

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS

E.A.P. DE CIENCIAS MATEMÁTICAS

**“EL MODELO DE RESPUESTA NO ALEATORIZADA PARA
ESTUDIAR EL COMPORTAMIENTO DE LOS
ESTUDIANTES DE LA FCM FRENTE A PREGUNTAS
SENSIBLES”**

TESIS

Para optar el Título Profesional de Licenciado en Estadística

AUTOR

Hilario Manuel Reyes Liñán

Lima – Perú

2014

**EL MODELO DE RESPUESTA NO ALEATORIZADA PARA ESTUDIAR EL
COMPORTAMIENTO DE LOS ESTUDIANTES DE LA FCM FRENTE A
PREGUNTAS SENSIBLES**

BR. HILARIO MANUEL REYES LIÑÁN

Tesis presentada a consideración del Cuerpo Docente de la Facultad de Ciencias Matemáticas, de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, como parte de los requisitos para obtener el Título Profesional de Licenciado en Estadística.

Aprobada por:

Mg. Ana María, Cárdenas Rojas
(Presidente)

Mg. Ysabel Adriazola Cruz
(Miembro – Jurado)

Mg. Olga Lidia Solano Dávila
(Miembro – Asesor)

Lima – Perú
Diciembre 2014

FICHA CATALOGRÁFICA**REYES LIÑÁN HILARIO MANUEL**

El modelo de respuesta no aleatorizada para estudiar el comportamiento de los estudiantes de la fcm frente a preguntas sensibles (Lima) 2014.

xii, 117 p, 29.7 cm (UNMSM, Licenciado, Estadística, 2014).

Tesis, Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Facultad de Ciencias Matemáticas 1. Estadística.

I. UNMSM/FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS

DEDICATORIA

A Dios por su amor y misericordia,
A mi madre,
A mi padre,
y a todos quienes me acompañan ahora.

AGRADECIMIENTOS

Mi interés por desarrollar el presente tema de investigación en esta Tesis de Licenciatura fue despertado por la Magister Olga Lidia Solano Dávila, a quien siempre agradeceré, pues me motivó a descubrir algunas de mis potencialidades, las que me han permitido alcanzar esta meta académica. Asimismo, mi agradecimiento por su dedicación y valiosos aportes durante la realización del presente trabajo.

Asimismo el agradecimiento a todos mis profesores que estuvieron presentes en mi formación profesional.

RESUMEN

EL MODELO DE RESPUESTA NO ALEATORIZADA PARA ESTUDIAR EL COMPORTAMIENTO DE LOS ESTUDIANTES DE LA FCM FRENTE A PREGUNTAS SENSIBLES

BR. HILARIO MANUEL REYES LIÑÁN

DICIEMBRE – 2014

ASESORA : Mg. Olga Lidia Solano Dávila

TÍTULO OBTENIDO: Licenciado en Estadística

Los modelos de respuesta no aleatorizada (MRNA) propuesto por (Tian y Liu 2013 y 2014); fueron aplicados en un estudio realizado en la Facultad de Ciencias Matemáticas, para investigar el comportamiento de los jóvenes estudiantes con respecto a las drogas, sexo, alcohol y la copia en los exámenes, los resultados se compararon con el método convencional de entrevista directa. La población objeto de estudio incluye a los estudiantes matriculados en el semestre 2014-I.

PALABRAS CLAVE:

MODELOS DE RESPUESTA NO ALEATORIZADA (MRNA)

**PREGUNTA SENSIBLE, MODELO PARALELO, VARIANTE DEL MODELO
PARALELO, ENTREVISTA DIRECTA.**

ABSTRACT

THE MODEL OF NON RANDOMIZED RESPONSE TO STUDY THE BEHAVIOR OF THE STUDENTS OF THE FCM FACING SENSITIVE QUESTIONS

BR. HILARIO MANUEL REYES LIÑAN

DECEMBER - 2014

ADVISOR : Mg. Olga Lidia Solano Dávila

DEGREE OBTAINED : Bachelor's degree in statistics

Nonrandomized Response models (NRRM) proposed by (Tian and Liu 2013 and 2014); were applied in a study in the Faculty of Mathematical Sciences, to investigate the behavior of young students about drugs, sex, alcohol and copying on tests, the results were compared with the conventional method of direct interview. The study population includes students enrolled in semester 2014-I.

KEY WORDS: NON-RANDOMIZED RESPONSE MODEL (NRRM), SENSITIVE QUESTION, PARALLEL MODEL, VARIANT OF THE PARALLEL MODEL, DIRECT INTERVIEW.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	vi
SUMMARY	vii
CAPÍTULO I: MARCO REFERENCIAL.....	1
1.1 INTRODUCCIÓN.....	2
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.2.1. <i>Objetivo general</i>	3
1.2.2. <i>Objetivos específicos</i>	3
1.3. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.....	3
1.3.1. <i>Antecedentes</i>	3
1.3.2. <i>Conceptos básicos</i>	4
CAPÍTULO II: MODELOS DE RESPUESTA NO ALEATORIZADA	6
2.1. LOS MODELOS DE RESPUESTA NO ALEATORIZADA	7
2.2. EL DISEÑO DE ENCUESTA PARA EL MODELO PARALELO.....	7
2.2.1. <i>Prueba de hipótesis unilateral</i>	9
2.2.2. <i>Prueba de hipótesis bilateral</i>	10
2.2.3. <i>Comparación del poder asintótico y el poder exacto de la prueba</i>	11
2.2.4. <i>Relación entre el tamaño de muestra del modelo paralelo y el método convencional</i>	12
2.3. EL DISEÑO DE LA ENCUESTA PARA LA VARIANTE DEL MODELO PARALELO	14
2.3.1. <i>Estimación</i>	15
2.3.2. <i>Eficiencia relativa</i>	17
2.3.3. <i>Grado de protección de la privacidad</i>	18
2.3.4. <i>Un Estimador insesgado de la varianza de $\hat{\pi}_v$</i>	20
2.3.5. <i>Tres intervalos de confianza asintóticos de π para muestras grandes</i> ...	21
2.3.6. <i>El intervalo de confianza exacto o Clopper-Pearson</i>	23
2.3.7. <i>Inferencia estadística sobre θ</i>	24
2.3.8. <i>El intervalo de confianza exacto de Clopper - Pearson</i>	26
2.3.9. <i>Prueba de hipótesis</i>	27
2.3.10. <i>Prueba de hipótesis para muestras grandes</i>	27
2.3.11. <i>Prueba de hipótesis para muestras pequeñas</i>	27

2.3.12. Ejemplo de Aplicación	28
CAPÍTULO III: APLICACIÓN DE LOS MODELOS DE RESPUESTA NO ALEATORIZADA, PARA ESTUDIAR EL COMPORTAMIENTO DE LOS ESTUDIANTES EN LA FCM Y COMPARACIÓN CON EL MÉTODO TRADICIONAL	30
3.1. IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO DE RESPUESTA NO ALEATORIZADA...	31
3.1.1. Elección de las variables	31
3.1.2. Tamaño de muestra	33
3.1.3. Plan de muestreo de la aplicación	35
3.2. RESULTADOS DE LA APLICACIÓN PARA EL MODELO DE RESPUESTA NO ALEATORIZADA	37
3.2.1. Evaluación del rendimiento de la muestra	37
3.2.2. Características de la población investigada.....	38
3.2.3. Resultados numéricos	38
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	57
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60
ANEXO	63

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1: El modelo paralelo y sus correspondientes celdas de probabilidades	7
Tabla 2: Tamaño de muestra utilizando el modelo paralelo y el método convencional con 5% nivel de significancia, 80% de la potencia y la relación n_P / n_D	13
Tabla 3: El modelo variante del modelo paralelo y sus correspondientes celdas de probabilidades con θ desconocido.....	14
Tabla 4: Eficiencia relativa para diversas combinaciones de π y p.....	18
Tabla 5: EMV de π, error estándar de estimación e intervalo de confianza al 95 % para estimar π con el modelo paralelo, con los datos sobre las prácticas sexuales.....	29

ÍNDICE DE GRÁFICOS

- Figura 1:** Las comparaciones de la potencia exacta (2.7) y la potencia asintótica (2.5) versus el tamaño de la muestra n para diversas combinaciones de (π_0, π_1) en $p = q = 0,5$ y $\alpha = 0,05$ 12
- Figura 2:** Gráfico de $nVar(\hat{\pi}_V)$ definida por (2.13) versus p con $\pi = 0,3$ para la variante del modelo paralelo. 17
- Figura 3:** Figuras de $GPP_{\square}(\pi, \theta, p)$ definido por (2.14) versus p para la variante del modelo paralelo con un π fijo y tres valores diferentes de θ , $\theta = 1/3$; $\theta = 0,5$; $\theta = 2/3$. (i) $\pi = 0,05$; (ii) $\pi = 0,20$; (iii) $\pi = 0,50$; (iv) $\pi = 0,95$ 19
- Figura 4:** Gráficos definido por (2.14) versus θ para la variante del modelo paralelo con π fijo y tres valores diferentes de p , $p = 1/3$; $p = 0,5$; $p = 2/3$. (i) $\pi = 0,05$; (ii) $\pi = 0,20$; (iii) $\pi = 0,50$; (iv) $\pi = 0,95$ 20

ÍNDICE DE CUADRO

Cuadro 1: Distribución de los estudiantes de Pre-Grado según Escuela académico Profesional- semestre 2014-I-FCM-UNMSM.....	34
Cuadro 2: Modelo de Respuesta No Aleatorizada: Distribución de la muestra según Escuela Académico Profesional, Semestre 2014-I, FCM – UNMSM	34
Cuadro 3 Modelo de Respuesta No Aleatorizada y Método convencional según estimación de Prevalencia de vida en Drogas y el error estándar	55
Cuadro 4: Modelos de Respuesta No Aleatorizada y Método Convencional según la estimación de Prevalencia de Sexo y el error estándar	55
Cuadro 5: Modelos de Respuesta No Aleatorizada y Método convencional según la estimación de Porcentaje de personas que consumen alcohol y el error estándar	55
Cuadro 6: Modelos de Respuesta No Aleatorizada y Método convencional según la estimación de Porcentaje de personas que copian en los exámenes	56

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Estimación de π utilizando el método de máxima verosimilitud en el modelo paralelo	64
Anexo 2: Resultados de la encuesta del Modelo Paralelo.....	65
Anexo 3: Resultados de la encuesta de la variante del Modelo Paralelo	78
Anexo 4: Resultados de la encuesta por entrevista directa	91
Anexo 5: Programa en R utilizado para diseñar los gráficos de comparación de la función potencia y la potencia asintótica.	104

ÍNDICE DE FOTOS

Foto 1 Explicación de la encuesta de la Variante del Modelo Paralelo en la Oficina 211.....	107
Foto 2 Explicación de la encuesta de la Variante del Modelo Paralelo en la Oficina 211.....	108

ÍNDICE DE CUESTIONARIOS

Cuestionario 1: El Modelo Paralelo y Variante del Modelo Paralelo	109
Cuestionario 2: Entrevista Directa.....	117

CAPÍTULO I:

MARCO REFERENCIAL

1.1 INTRODUCCIÓN

En encuestas donde se involucran preguntas altamente delicadas o personales, se ha detectado que, muchas veces las personas no responden con honestidad o simplemente señalan una negativa por respuesta. Es decir la no respuesta, respuestas evasivas y respuestas falsas, son tan comunes en la práctica, que son difíciles de medir y controlar, para solucionar este problema, es posible utilizar otros procedimientos alternativos, si nuestra intención es obtener datos confiables en esta clase de investigación, en lugar de realizar encuestas por la modalidad de entrevista directa.

Precisamente, el objetivo del presente trabajo es mostrar la utilidad de los Modelos de Respuesta No Aleatorizada, ya que la aplicación de estos modelos disminuye la no respuesta y el sesgo de respuesta en encuestas con preguntas delicadas (Consumo de drogas, Relaciones sexuales con más de dos personas, Consumo de alcohol, Copia en los exámenes, etc.).

Este trabajo de investigación comprende de 3 Capítulos, el Capítulo I comprende el Planteamiento del Problema, Objetivos; Antecedentes y Conceptos Básicos para una mejor comprensión del Modelo de Respuesta No Aleatorizada (MRNA), el Capítulo II contiene el marco teórico de los MRNA y por último el Capítulo III presenta una aplicación realizada en la Facultad de Ciencias Matemáticas, los resultados y una comparación de los MRNA con el método tradicional (entrevista directa).

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1. *Objetivo general*

- Estudiar con detalle la teoría de los Modelos de Respuesta No Aleatorizada y aplicar estos modelos a nuestra realidad.

1.2.2. *Objetivos específicos*

- Estudiar los Modelos de Respuesta No Aleatorizada el modelo paralelo y su variante.
- Aplicar el Modelo de Respuesta No Aleatorizada el modelo paralelo y una variante del modelo paralelo a los estudiantes de la FCM matriculados en el semestre 2014-I, para estudiar el comportamiento de los alumnos frente a preguntas sensibles.
- Aplicar el método convencional a los estudiantes de la FCM matriculados en el semestre 2014-I, para estudiar el comportamiento de los alumnos frente a preguntas sensibles.

1.3. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

1.3.1. *Antecedentes*

Existen multitud de estudios realizados para mejorar la calidad y veracidad de las respuestas obtenidas sobre temas sensibles, como consumo de drogas, relaciones sexuales con más de dos personas, consumo de alcohol, copia de exámenes, etc.. Frecuentemente los investigadores obtienen resistencias a la participación en estos estudios u obtienen respuestas falsas de parte de los entrevistados. (Warner, 1965) realizó la primera propuesta para obtener respuestas válidas ante preguntas embarazosas basándose en la realización de dos preguntas mutuamente excluyentes (por ejemplo "A: Declaré mis ingresos extraordinarios el año pasado"; B: No declaré mis ingresos extraordinarios el año pasado"). Posteriormente, se desarrollaron otros métodos basados

en (Warner, 1965), como el denominado "método de alternativa forzada" de Tracy (Fox & Tracy, 1986). El Modelo de Respuesta no Aleatorizada es un método especialmente diseñado para asegurar privacidad a los entrevistados en el estudio de temas sensibles, delicados o embarazosos. Se intenta con ello evitar el sesgo de los entrevistados en ciertas conductas hacia la respuesta socialmente más deseable. Se ha utilizado para analizar temas como copiar en los exámenes, insolvencia, fraudes, haber sido arrestado, conducir bajo los efectos del alcohol, tener un hijo fuera del matrimonio, aborto, etc.

Recientemente, (Tian & Liu, 2014) propuso el nuevo modelo de respuesta no aleatorizada (MRNA), llamado el modelo paralelo, para estimar la proporción desconocida $\pi = \Pr(Y = 1)$, de personas con una característica sensible, mediante la introducción de dos variables aleatorias dicotómicas no sensibles U y W tal que Y , U y W son mutuamente independientes, (Tian & Liu, 2014) ha desarrollado un marco general de análisis y diseño para el Modelo Paralelo de Respuesta No Aleatorizada.

El MRNA, el cual utiliza una o dos variables no sensibles (ejemplo, fecha de nacimiento del entrevistado o el último dígito del número de teléfono del entrevistado), combinado con una o dos variables sensibles para formar una tabla de contingencia incompleta y obtener indirectamente de los entrevistados respuestas sensibles (Takahasi & Sakasegawa, 1977); (Tian, Yu, Tang, & Geng, 2007b); (Tian, Tang, Liu, Tan, & Tang, 2011); (Yu, Tian, & Tang, 2008); (Tan, Tian, & Tang, 2009); (Tang, Tian, Tang, & Liu, 2009), el diseño no requiere de mecanismos de aleatorización.

1.3.2. Conceptos básicos

RESPUESTA NO ALEATORIZADA.- Es la respuesta a la pregunta de interés, la cual es elegida utilizando un mecanismo no aleatorio.

MODELO DE RESPUESTA NO ALEATORIZADA.- Es la representación matemática de una fórmula, que cumple ciertas condiciones, para dar solución al problema de la no respuesta en encuestas de temas delicados, ejemplo el modelo paralelo y variante del modelo paralelo, la cual depende de la selección de la pregunta delicada, las respuestas de los entrevistados y el tamaño de muestra.

PREGUNTA DIRECTA.- Cuando el entrevistador hace la pregunta personalmente (de persona a persona).

PREGUNTA DELICADA.- Son aquellas preguntas sensibles o comprometedoras (consumo de drogas, relaciones sexuales con varias personas, consumo de alcohol, copia de exámenes, etc.).

PREGUNTA NO RELACIONADA.- Son aquellas preguntas que no están relacionadas a la pregunta de interés, pero que sin embargo influyen para que la respuesta a la pregunta delicada sea verdadera. Por ejemplo, ¿Es Ud. fumador? (pregunta delicada), ¿es Ud. lector de algún periódico? (pregunta no relacionada).

NO RESPUESTA.- Cuando la persona o entidad que se trata de entrevistar rehúsa su colaboración, (la cual se denomina “negativa”) ya sea por razones personales o subjetivas. El problema es más frecuente cuando el cuestionario hace referencia a datos de conducta íntima o personal (gasto en bebidas alcohólicas, abortos, consumo de drogas, etc.) especialmente si el entrevistado tiene la creencia de que su respuesta puede perjudicarlo.

TASA DE RESPUESTA.- Es el porcentaje que resulta de dividir el total de respuestas obtenidas entre el total de encuestas realizadas en un determinado estudio, multiplicado por 100.

SESGO DE RESPUESTA.- Es la diferencia entre la respuesta esperada y la respuesta obtenida.

CAPÍTULO II:
MODELOS DE RESPUESTA
NO ALEATORIZADA

2.1. LOS MODELOS DE RESPUESTA NO ALEATORIZADA

En encuestas bajo la modalidad de entrevista directa, generalmente los entrevistados tienden a dar respuestas deliberadamente falsas, respuestas evasivas y no respuestas, cuando se formula preguntas altamente delicadas o personales. En estas llamadas “preguntas comprometedoras”, los entrevistados tienden a darle este tipo de respuesta. Sin embargo, un gran obstáculo para la amplia aplicación de estas técnicas de respuestas aleatorias en las prácticas de la encuesta es que algunos de los entrevistados siguen proporcionando respuestas falsas. Una posible razón es que hay una falta de confianza por parte de los entrevistados, ya que estos dispositivos de aleatorización están totalmente controlados por los entrevistadores. Por lo tanto, con el fin de evitar el uso de dispositivos de aleatorización, recientemente otros autores desarrollaron el modelo de respuesta no aleatorizada (Tan, Tian, & Tang, 2009); (Tang, Tian, Tang, & Liu, 2009) (Tian, Tang, Liu, Tan, & Tang, 2011); (Tian, Yu, Tang, & Geng, 2007b); (Yu, Tian, & Tang, 2008). Y han demostrado que estos modelos de respuesta no aleatorizada generalmente obtienen mejores resultados que los correspondientes modelos de respuesta aleatorizada en términos de eficiencia y el grado de protección de la privacidad.

2.2. EL DISEÑO DE ENCUESTA PARA EL MODELO PARALELO

Tabla 1: El modelo paralelo y sus correspondientes celdas de probabilidades

Categoría	W=0	W=1	Categoría	W=0	W=1	Marginal
U=0	○		U=0	$(1-q)(1-p)$		$1-q$
U=1	□		U=1	$q(1-p)$		q
Y=0		○	Y=0		$(1-\pi)p$	$1-\pi$
Y=1		□	Y=1		πp	π
			Marginal	$1-p$	p	1

Supongamos que Y es una variable aleatoria de Bernoulli que corresponde a una pregunta sensible Q_y (por ejemplo, ¿alguna vez has consumido drogas?) - Sea $Y = 1$ si

la respuesta a la pregunta Q_y es "sí" y $Y = 0$ si la respuesta a la pregunta Q_y es "no". Estamos interesados en estimar la proporción desconocida $\pi = P(Y = 1)$. Para este fin, bajo el supuesto que hay dos variables dicotómicas no sensibles W y U tal que W , U e Y son mutuamente independientes entre sí y $p = P(W = 1)$ y $q = P(U = 1)$ son conocidos. Por ejemplo, se puede definir $W = 1$ si el cumpleaños de la madre del encuestado se encuentra en la primera quincena del mes y $W = 0$ en caso contrario. Del mismo modo, se podría definir $U = 1$ si el entrevistado nació en la primera mitad de un año y $U = 0$ en caso contrario. Por lo tanto, es razonable que $p \approx q \approx 0,5$.

La Tabla 1 muestra el esquema de encuesta para el modelo paralelo, (Tian & Liu, 2014). El entrevistador explica al entrevistado que conecte los dos círculos con una línea recta si él / ella pertenece a $\{U = 0, W = 0\}$ o $\{Y = 0, W = 1\}$; de lo contrario debe conectar los dos cuadrados. Tenga en cuenta que todo $\{W = 0\}$, $\{W = 1\}$, $\{U = 0\}$, $\{U = 1\}$ y $\{Y = 0\}$ son clases no sensibles, por lo tanto, $\{U = 1, W = 0\}$ U $\{Y = 1, W = 1\}$ es también una subclase no sensible. Las probabilidades de cada celda correspondiente se muestran en la parte derecha de la Tabla 1.

Tamaño de muestra con el método del análisis de la potencia de la prueba.

En relación a la Tabla 1, se define una variable aleatoria de Bernoulli Y^P como

$$Y^P = \begin{cases} 1, & \text{si los cuadrados son conectados,} \\ 0, & \text{si los círculos son conectados,} \end{cases}$$

Donde el superíndice 'P' representa a la variable de Bernoulli para el modelo paralelo.

Por lo tanto, las probabilidades de $Y^P = 1$ y $Y^P = 0$ están dadas por:

$$P[Y^P = 1] = q(1 - p) + \pi p \quad \text{y} \quad P[Y^P = 0] = (1 - q)(1 - p) + (1 - \pi)p,$$

respectivamente.

Sea $Y_{obs} = \{y_i^P : i = 1, \dots, n\}$ denota los datos observados para los n encuestados, entonces la función de probabilidad para π es:

$$L_P(\pi | Y_{obs}) = \prod_{i=1}^n [q(1 - p) + \pi p]^{y_i^P} [(1 - q)(1 - p) + (1 - \pi)p]^{1 - y_i^P}$$

Como consecuencia el estimador de máxima verosimilitud de π es:

$$\hat{\pi}_p = \frac{\bar{y}^p - q(1-p)}{p}, \quad (2.1)$$

donde $\bar{y}^p = (1/n) \sum_{i=1}^n y_i^p$. Se verifica que $\hat{\pi}_p$ es un estimador insesgado de π y la varianza $\hat{\pi}_p$ está dado por:

$$\text{Var}(\hat{\pi}_p) = \frac{\delta(1-\delta)}{np^2}, \quad (2.2)$$

donde $\delta \triangleq q(1-p) + \pi p$.

De acuerdo con el teorema del límite central:

$$\frac{\hat{\pi}_p - \pi}{\sqrt{\text{Var}(\hat{\pi}_p)}} = \frac{n\hat{\pi}_p - n\pi}{\sqrt{n\delta(1-\delta)/p}} \sim N(0,1), \text{ cuando } n \rightarrow \infty$$

Intervalo de Confianza para π , de Wald

Por el Teorema de Límite Central y $\hat{\pi}_p$ especificado en (2.1):

$$\frac{\hat{\pi}_p - \pi}{\sqrt{\text{Var}(\hat{\pi}_p)}} \sim N(0,1), \text{ cuando } n \rightarrow \infty$$

El Intervalo de Confianza, de Wald para π al $100(1-\alpha)\%$ de confianza es

$$\left[\hat{\pi}_p - z_{\alpha/2} \sqrt{\text{Var}(\hat{\pi}_p)}, \hat{\pi}_p + z_{\alpha/2} \sqrt{\text{Var}(\hat{\pi}_p)} \right]$$

2.2.1. Prueba de hipótesis unilateral

Con el fin de contrastar si la proporción de la población (π) con la característica sensible es idéntica a un valor pre-especificado (π_0), se plantean las siguientes hipótesis.

$$H_0 : \pi = \pi_0 \text{ frente a } H_1 : \pi < \pi_0 \quad (2.3)$$

Si la hipótesis nula H_0 es verdadera, de (2.2), se tiene

$$\frac{n\hat{\pi}_p - n\pi_0}{\sqrt{n\delta_0(1-\delta_0)/p}} \sim N(0,1), \text{ cuando } n \rightarrow \infty,$$

donde $\delta_0 = q(1-p) + \pi_0 p$. Sea z_α el α -ésimo cuantil superior de la distribución normal estándar cuando el evento,

$$\mathbb{E}_p = \left\{ n\hat{\pi}_p \leq n\pi_0 - z_\alpha \sqrt{n\delta_0(1-\delta_0)/p} \right\} \quad (2.4)$$

es observado, se rechaza la hipótesis nula H_0 a un nivel de significación α , $\alpha = P(\text{rechazar } H_0 / H_0 \text{ es verdadera})$ y $1 - \beta = P(\text{rechazar } H_0 / H_0 \text{ es falsa})$

Bajo el supuesto que $\pi = \pi_1$ con $\pi < \pi_0$. Así la potencia de la prueba puede calcularse aproximadamente por:

La potencia (en π_1) = $P(\text{Rechazar } H_0 \mid \pi = \pi_1)$

$$= P \left\{ \frac{n\hat{\pi}_p - E_{H_1}(n\hat{\pi}_p)}{\sqrt{\text{Var}_{H_1}(n\hat{\pi}_p)}} \leq \frac{n\pi_0 - z_\alpha \sqrt{n\delta_o(1-\delta_o)} / p}{\sqrt{n\delta_1(1-\delta_1)} / p} \right\}$$

$$= \phi \left(\frac{\sqrt{n}(\pi_0 - \pi_1)p - z_\alpha \sqrt{n\delta_o(1-\delta_o)}}{\sqrt{\delta_1(1-\delta_1)}} \right), \quad (2.5)$$

se tiene de (2.1 y 2.5) donde $\delta_1 \hat{=} q(1-p) + \pi_1 p$ y $\phi(\cdot)$ denota la función de distribución acumulada de la distribución normal estándar. Para una potencia dada, por ejemplo, $1-\beta$, el tamaño de muestra requerido n_p se puede determinar resolviendo la siguiente ecuación

$\sqrt{n_p}(\pi_0 - \pi_1)p - z_\alpha \sqrt{\delta_o(1-\delta_o)} = z_\beta \sqrt{\delta_1(1-\delta_1)}$, haciendo los cálculos resulta

$$n_p = \left[\frac{z_\alpha \sqrt{\delta_o(1-\delta_o)} + z_\beta \sqrt{\delta_1(1-\delta_1)}}{(\pi_0 - \pi_1)p} \right]^2. \quad (2.6)$$

2.2.2. Prueba de hipótesis bilateral

Para una prueba de dos colas, las hipótesis se especifican de la siguiente manera

$$H_0 : \pi = \pi_0 \text{ versus } H_1 : \pi \neq \pi_0.$$

Teniendo en cuenta un nivel de significación α . Se observa que la relación entre el poder de la prueba, tamaño de la muestra y el tamaño del efecto (TE) es de aproximadamente dado por:

$$\text{La potencia (en } \pi_1) = \phi \left(\frac{\sqrt{n} \mid \pi_0 - \pi_1 \mid p - z_{\alpha/2} \sqrt{\delta_o(1-\delta_o)}}{\sqrt{\delta_1(1-\delta_1)}} \right).$$

En este caso, el tamaño de la muestra está dado por (2.6), excepto por la sustitución del valor crítico z_α por $z_{\alpha/2}$. La TE es solo la diferencia media estandarizada entre los dos grupos.

2.2.3. Comparación del poder asintótico y el poder exacto de la prueba

La función potencia asintótica para una prueba unilateral es dada por (2.5). Para derivar la fórmula exacta de la potencia, definimos una nueva variable aleatoria $x_p = n\bar{y}^P = \sum_{i=1}^n y_i^P$. Entonces, tenemos $x_p \sim \text{Binomial}(n, \delta)$ con $\delta = q(1-p) + \pi p$. La región de rechazo \mathbb{E}_p especificado en (2.4) se puede reescribir como:

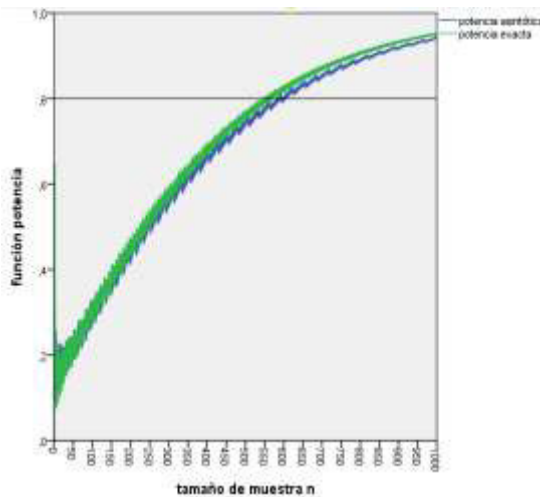
$$\mathbb{E}_p = \left\{ X_p : X_p \leq n\delta_0 - z_\alpha \sqrt{n\delta_0(1-\delta_0)} \right\}.$$

La potencia exacta (en π_1) para algún tamaño de la muestra n en particular, se determina por la siguiente fórmula,

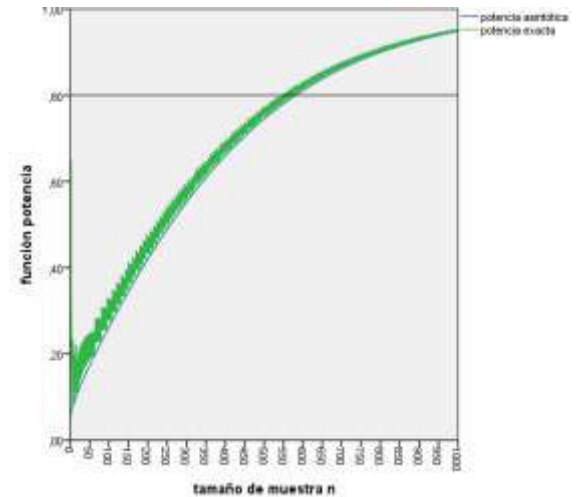
$$\begin{aligned} \text{La potencia exacta (bajo, } \pi_1) &= \sum_{x \in \mathbb{E}_p} \text{Binomial}(x | n, q(1-p) + \pi_1 p) \\ &= \sum_{x \in \mathbb{E}_p} \binom{n}{x} \delta_1^x (1-\delta_1)^{n-x}, \end{aligned} \quad (2.7)$$

Donde $\delta_1 = q(1-p) + \pi_1 p$. Para comparar la precisión de la fórmula de la potencia aproximada dada por (2.5), en la Figura 1, graficamos la potencia asintótica versus las muestras de tamaño n para varias combinaciones de (π_0, π_1) en $p = q = 0,5$ y $\alpha = 0,05$.

(i) $\pi_0 = 0.50, \pi_1 = 0.40$



(ii) $\pi_0 = 0.30, \pi_1 = 0.20$



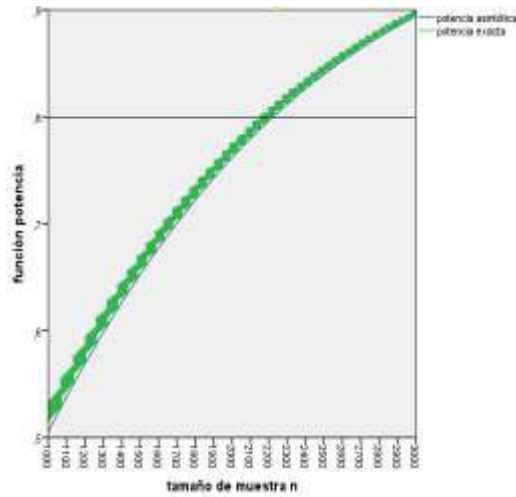
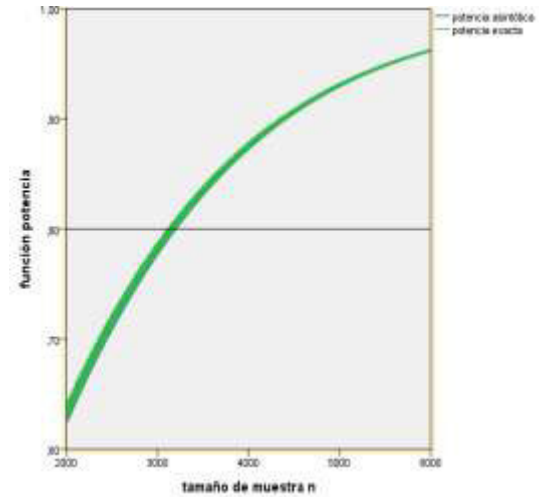
(iii) $\pi_0 = 0.20, \pi_1 = 0.15$ (iv) $\pi_0 = 0.10, \pi_1 = 0.06$ 

Figura 1: Las comparaciones de la potencia exacta (2.7) y la potencia asintótica (2.5) versus el tamaño de la muestra n para diversas combinaciones de (π_0, π_1) en $p = q = 0,5$ y $\alpha = 0,05$.

La Figura 1 muestra que, en general, la función potencia asintótica dada en (2.5) es una aproximación satisfactoria a la potencia exacta definido por (2.7). Especialmente para tamaños de muestras grandes, la potencia asintótica y la potencia exacta tienen el mismo comportamiento.

2.2.4. Relación entre el tamaño de muestra del modelo paralelo y el método convencional

Para un determinado par (π_0, π_1) , observamos que n_p es una función decreciente de p y una función creciente de q . Es evidente que el diseño paralelo se reduce al diseño de entrevista directa (DED) cuando $p = 1$. Que n_D denotan el tamaño de la muestra del DED. En (2.6). Cuando $p = 1$, obtenemos

$$n_D = \left[\frac{z_\alpha \sqrt{\pi_0(1-\pi_0)} + z_\beta \sqrt{\pi_1(1-\pi_1)}}{\pi_0 - \pi_1} \right]^2 \quad (2.8)$$

Dado el nivel de significancia de 0.05 y una potencia de 0.80, la tabla 2 proporciona el tamaño de muestra n_p definida en (2.6) y la correspondiente relación n_p / n_D para varias combinaciones de (π_0, π_1, q, p) . Por ejemplo, cuando

Tabla 2: Tamaño de muestra utilizando el modelo paralelo y el método convencional con 5% nivel de significancia, 80% de la potencia y la relación n_P / n_D

π_0	π_1	p	p=1,00 n_D	p=0.42		p=0.50		p=0.58	
				n_P	n_P / n_D	n_P	n_P / n_D	n_P	n_P / n_D
0,5	0,4	1/3	153	832	5,44	592	3,87	444	2,9
0,5	0,35	1/3	67	367	5,48	261	3,9	195	2,91
0,5	0,3	1/3	37	204	5,51	145	3,92	108	2,92
0,4	0,35	1/3	583	3206	5,5	2273	3,9	1697	2,91
0,4	0,3	1/3	142	793	5,58	561	3,95	418	2,94
0,4	0,25	1/3	61	348	5,7	246	4,03	183	3
0,3	0,25	1/3	501	3009	6,01	2108	4,21	1555	3,1
0,3	0,2	1/3	119	742	6,24	518	4,35	381	3,2
0,3	0,18	1/3	81	512	6,32	357	4,41	262	3,23
0,2	0,16	1/3	584	4333	7,42	2972	5,09	2142	3,67
0,2	0,13	1/3	181	1400	7,73	957	5,29	687	3,8
0,2	0,1	1/3	83	678	8,17	462	5,57	330	3,98
0,1	0,08	1/3	1303	15634	12	10372	7,96	7185	5,51
0,1	0,06	1/3	301	3874	12,87	2562	8,51	1767	5,87
0,1	0,04	1/3	121	1706	14,1	1124	9,29	772	6,38
0,5	0,4	1/2	153	875	5,72	617	4,03	458	2,99
0,5	0,35	1/2	67	388	5,79	273	4,07	203	3,03
0,5	0,3	1/2	37	217	5,86	153	4,14	113	3,05
0,4	0,35	1/2	583	3470	5,95	2438	4,18	1803	3,09
0,4	0,3	1/2	142	864	6,08	606	4,27	447	3,15
0,4	0,25	1/2	61	382	6,26	268	4,39	197	3,23
0,3	0,25	1/2	501	3388	6,76	2356	4,7	1721	3,44
0,3	0,2	1/2	119	841	7,07	583	4,9	425	3,57
0,3	0,18	1/2	81	583	7,2	404	4,99	293	3,62
0,2	0,16	1/2	584	5095	8,72	3483	5,96	2491	4,27
0,2	0,13	1/2	181	1655	9,14	1128	6,23	804	4,44
0,2	0,1	1/2	83	806	9,71	548	6,6	389	4,69
0,1	0,08	1/2	1303	19347	14,85	12898	9,9	8928	6,85
0,1	0,06	1/2	301	4814	15,99	3202	10,64	2210	7,34
0,1	0,04	1/2	121	2129	17,6	1413	11,68	972	8,03
0,5	0,4	2/3	153	851	5,56	606	3,96	454	2,97
0,5	0,35	2/3	67	380	5,67	270	4,03	202	3,01
0,5	0,3	2/3	37	214	5,78	152	4,11	114	3,08
0,4	0,35	2/3	583	3472	5,96	2466	4,23	1837	3,15
0,4	0,3	2/3	142	870	6,13	617	4,35	458	3,23
0,4	0,25	2/3	61	387	6,34	274	4,49	203	3,33
0,3	0,25	2/3	501	3504	6,99	2466	4,92	1814	3,62
0,3	0,2	2/3	119	875	7,35	615	5,17	451	3,79
0,3	0,18	2/3	81	608	7,51	426	5,26	312	3,85
0,2	0,16	2/3	584	5449	9,33	3780	6,47	2727	4,67
0,2	0,13	2/3	181	1776	9,81	1230	6,8	885	4,89
0,2	0,1	2/3	83	869	10,47	600	7,23	430	5,18
0,1	0,08	2/3	1303	21422	16,44	14564	11,18	10221	7,84
0,1	0,06	2/3	301	5345	17,76	3628	12,05	2539	8,44
0,1	0,04	2/3	121	2371	19,6	1606	13,27	1121	9,26

Nota: n_D denota el tamaño de la muestra de la DED, dada por (2.8).

$(\pi_o, \pi_1, q, p) = (0.40, 0.25, 1/3, 0.50)$, se tiene que $n_p / n_D = 4.03$, lo cual indica que el tamaño de muestra requerido para el diseño paralelo es aproximadamente cuatro veces del requerido para el DED.

En la tabla 1, se elige la variable dicotómica W no sensible referida al cumpleaños del entrevistado y U referida al cumpleaños de la madre del entrevistado. Por ejemplo, $p = 0.42$ (es decir, 5/12), 0.50 (es decir, 6/12) y 0.58 (es decir, 7/12), se define $W = 1$ si el entrevistado nació entre enero a mayo, de enero a junio y de enero a julio de un año, respectivamente. Del mismo modo, $q = 1/3$, 1/2 y 2/3 representan $U = 1$ si la madre del entrevistado nació entre el primero y el décimo, el primero y el décimo quinto y el primero y el veinteavo de un mes, respectivamente.

2.3. EL DISEÑO DE LA ENCUESTA PARA LA VARIANTE DEL MODELO PARALELO

En esta sección presentamos la variante del modelo paralelo propuesto por (Tian & Liu, 2013).

Tabla 3: El modelo variante del modelo paralelo y sus correspondientes celdas de probabilidades con θ desconocido

Categoría	W=0	W=1	Categoría	W=0	W=1	Marginal
U=0	○		U=0	$(1-\theta)(1-p)$		$1-\theta$
U=1	□		U=1	$\theta(1-p)$		θ
Y=0		△	Y=0		$(1-\pi)p$	$1-\pi$
Y=1		□	Y=1		πp	π
		Marginal	1-p		p	1

Sea $\{Y = 1\}$ denota la clase de la población con una característica sensible y $\{Y = 0\}$ denota la clase complementaria. El objetivo es estimar la proporción $\pi = P(Y = 1)$. Supongamos que U y W son dos variables dicotómicas no sensibles, e Y, U y W son mutuamente independientes con $\theta = P(U = 1)$ desconocido y $p = P(W = 1)$ conocido. Por ejemplo, podemos definir $U = 1$ si el encuestado vive en la Isla de Hong Kong Island (o

le gusta ver el fútbol/televisión, o le gusta la pesca / cantar/Ir de compras / Ir de viaje, estudiar educación superior) y $U = 0$ en caso contrario. Del mismo modo, podríamos definir $W = 1$ si el último dígito del número de teléfono / celular del encuestado es impar (o el cumpleaños del entrevistado se encuentra en la segunda mitad de un año / mes) y $W = 0$ en caso contrario. Por lo tanto, es razonable asumir que $p \approx 0,5$.

El entrevistador puede diseñar el cuestionario en un formato como se muestra en la parte izquierda de la Tabla 3 y pedir al entrevistado para que marque un aspa en el círculo si él / ella pertenece a $\{U = 0, W = 0\}$ o marcar un aspa en el triángulo si él / ella pertenece a $\{Y = 0, W = 1\}$ o marcar un aspa en el cuadrado superior si él / ella pertenece a $\{U = 1, W = 0\} \cup \{Y = 1, W = 1\}$. Note que $\{W = 0\}$, $\{W = 1\}$, $\{U = 0\}$, $\{U = 1\}$ y $\{Y = 0\}$ son clases no sensibles, por lo tanto $\{U = 1, W = 0\} \cup \{Y = 1, W = 1\}$ es también una subclase no sensible. Por lo tanto, si el entrevistado pertenece a la clase sensible $\{Y = 1, W = 1\}$ no se está registrando. Desde que θ es desconocido, llamamos a esta propuesta una variante del modelo paralelo. Se muestran las probabilidades de celda correspondientes en el lado derecho de la Tabla 3. Dado que las tres variables binarias U , Y y W son independientes, la probabilidad conjunta es el producto de dos probabilidades marginales correspondientes.

2.3.1. Estimación

Supóngase que una encuesta por muestreo se tiene n cuestionarios. Sea $Y_{obs} = \{n; n_1, n_2, n_3\}$ denotan los datos observados, donde $n = \sum_{i=1}^3 n_i$, n_1 representa el número de encuestados que marca una aspa en el círculo, n_2 representa el número de encuestados que marca una aspa en el triángulo, y n_3 representa el número de personas que marca una aspa en el cuadrado superior (ver Tabla 3). La función de verosimilitud para los datos observados Y_{obs} es:

$$L_V(\pi, \theta | Y_{obs}) = \binom{n}{n_1, n_2, n_3} [(1-\theta)(1-p)]^{n_1} [(1-\pi)p]^{n_2} [\theta(1-p) + \pi p]^{n_3} \quad (2.9)$$

donde el subíndice 'V' se refiere a la "variante" del modelo paralelo. Por lo tanto, la función de log-verosimilitud correspondiente es:

$$\ell_V(\pi, \theta | Y_{obs}) = c + n_1 \log(1-\theta) + n_2 \log(1-\pi) + n_3 \log\{\theta(1-p) + \pi p\},$$

donde c es una constante que no depende de π y θ . sea:

$$\frac{\partial \ell_V(\pi, \theta | Y_{obs})}{\partial \pi} = 0 \text{ y } \frac{\partial \ell_V(\pi, \theta | Y_{obs})}{\partial \theta} = 0,$$

se obtiene:

$$\begin{aligned} \frac{-n_2}{1-\pi} + \frac{n_3 p}{\theta(1-p) + \pi p} &= 0 \text{ y} \\ \frac{-n_1}{1-\theta} + \frac{n_3(1-p)}{\theta(1-p) + \pi p} &= 0. \end{aligned}$$

Por lo tanto, el estimador de máxima verosimilitud de π y θ están dados por:

$$\hat{\pi}_V = 1 - \frac{n_2}{np} \text{ y } \theta = 1 - \frac{n_1}{n(1-p)}. \quad (2.10)$$

Para obtener la esperanza y la varianza de π_V , se define:

$$\begin{aligned} \lambda_1 &= \Pr\{U=0, W=0\} = (1-\theta)(1-p), \\ \lambda_2 &= \Pr\{Y=0, W=1\} = (1-\pi)p \text{ y} \\ \lambda_3 &= \Pr\{U=1, W=0\} + \Pr\{Y=1, W=1\} = \theta(1-p) + \pi p. \end{aligned} \quad (2.11)$$

Así se tiene que $(n_1, n_2, n_3)^T \sim \text{Multinomial}(n; \lambda_1, \lambda_2, \lambda_3)$. Se debe tener en cuenta que la EMV de $\{\lambda_i\}_{i=1}^3$ son dados por $\hat{\lambda}_i = n_i / n$ y $E(n_i) = n\lambda_i$, $i = 1, 2, 3$. Se verifica que $\hat{\pi}_V$ es un estimador insesgado de π y la varianza de $\hat{\pi}_V$ está dada por:

$$\text{Var}(\hat{\pi}_V) = \frac{\lambda_2(1-\lambda_2)}{np^2} = \text{Var}(\hat{\pi}_D) + \frac{(1-p)(1-\pi)}{np}, \quad (2.12)$$

donde $\text{Var}(\hat{\pi}_D) \hat{=} \pi(1-\pi)/n$ denota la varianza de $\hat{\pi}_D$ en el DED. Es decir, cuando $p = 1$ el diseño variante del modelo paralelo se reducirá a la DED. Asimismo, la $\text{Var}(\hat{\pi}_V)$ depende del parámetro desconocido θ . Por lo tanto, para cualquier π fijo,

$$n\text{Var}(\hat{\pi}_V) = \pi(1-\pi) + \frac{(1-p)(1-\pi)}{p} \quad (2.13)$$

es una función decreciente en p como se muestra en la Figura 2. Se puede ver que $n\text{Var}(\hat{\pi}_V) \rightarrow \infty$ cuando $p \rightarrow 0$.

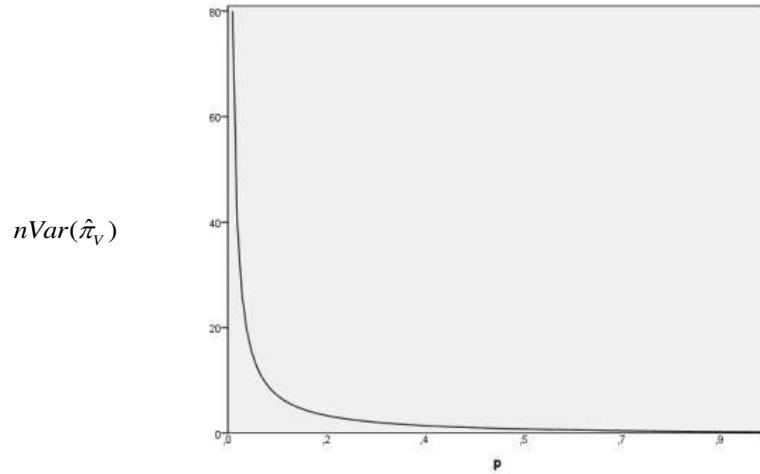


Figura 2: Gráfico de $nVar(\hat{\pi}_V)$ definida por (2.13) versus p con $\pi = 0,3$ para la variante del modelo paralelo.

2.3.2. Eficiencia relativa

La eficiencia relativa (ER) es una herramienta útil para comparar dos diseños de encuestas. La ER de la variante del diseño paralelo a la DED se define por:

$$ER_{V \rightarrow D}(\pi, p) = \frac{Var(\hat{\pi}_V)}{Var(\hat{\pi}_D)} = 1 + \frac{1-p}{\pi p}.$$

Se observa que $ER_{V \rightarrow D}(\pi, p)$ no depende del parámetro desconocido θ y del tamaño de la muestra n . Cuando p es fijo, $ER_{V \rightarrow D}(\pi, p)$ es una función decreciente en π . Del mismo modo, cuando π es fijo, $ER_{V \rightarrow D}(\pi, p)$ es también una función decreciente de p . La Tabla 4 muestra los valores de $ER_{V \rightarrow D}(\pi, p)$ para diversas combinaciones de π y p . Por ejemplo, cuando $\pi = 0,10$ y $p = 2/3$, se tiene $ER_{V \rightarrow D}(0,10, 2/3) = 6$, lo que implica que el tamaño de muestra necesario para la variante del diseño paralelo es de aproximadamente 6 veces que la necesaria para la DED con la finalidad de lograr la misma precisión de estimación. Cuando $\pi = 0,10$ y $p = 0,50$, se tiene $ER_{V \rightarrow D}(0,10, 0.50) = 11$. Esto puede ser un inconveniente para un investigador social que está dispuesto a investigar un tema sensible que está obligado a entrevistar a 1100 encuestados a través del modelo propuesto en lugar de sólo usar 100 encuestados utilizando la técnica de entrevista directa. Aunque el método convencional requiere de un tamaño de muestra relativamente más pequeño, los encuestados, en general, no están dispuestos a cooperar debido a los temas altamente sensibles.

Tabla 4: Eficiencia relativa para diversas combinaciones de π y p .

π	p				
	1/3	0,40	0,50	0,60	2/3
0,05	41,0000	31,0000	21,0000	14,3300	11,0000
0,10	21,0000	16,0000	11,0000	7,6700	6,0000
0,20	11,0000	8,5000	6,0000	4,3300	3,5000
0,30	7,6667	6,0000	4,3300	3,2200	2,6700
0,40	6,0000	4,7500	3,5000	2,6700	2,2500
0,50	5,0000	4,0000	3,0000	2,3300	2,0000
0,60	4,3333	3,5000	2,6700	2,1100	1,8300
0,70	3,8571	3,1400	2,4300	1,9500	1,7100
0,80	3,5000	2,8700	2,2500	1,8300	1,6300
0,90	3,2222	2,6700	2,1100	1,7400	1,5600
0,95	3,1053	2,5800	2,0500	1,7000	1,5300

2.3.3. Grado de protección de la privacidad

Para evaluar cómo se protege la privacidad del entrevistado, se investiga el grado de protección de la privacidad (GPP) para la variante del modelo paralelo. Definimos:

$$Y^V = \begin{cases} -1, & \text{Si se marca un aspa en el círculo,} \\ 0, & \text{Si se marca un aspa en el triángulo,} \\ 1, & \text{Si se marca un aspa en el cuadrado superior.} \end{cases}$$

Sea $GPP_{\bigcirc}(\pi, \theta, p)$ (o $GPP_{\triangle}(\pi, \theta, p)$) denota la probabilidad condicional de un encuestado que pertenece a la clase sensible $\{Y = 1\}$ dado que se marca un aspa en el círculo (o triángulo) en la Tabla 3. Claramente, se tiene:

$$GPP_{\bigcirc}(\pi, \theta, p) = P(Y = 1 | Y^V = -1) = 0 \text{ y}$$

$$GPP_{\triangle}(\pi, \theta, p) = P(Y = 1 | Y^V = 0) = 0.$$

Del mismo modo, se representa como $GPP_{\square}(\pi, \theta, p)$ la probabilidad condicional que un encuestado pertenece a la clase sensible cuando se marca un aspa en el cuadrado superior en la Tabla 3, se obtiene:

$$GPP_{\square}(\pi, \theta, p) = P(Y = 1 | Y^V = 1) = \frac{\pi p}{\pi p + \theta(1 - p)} \quad (2.14)$$

En particular, cuando $p = 1$, se tiene $GPP_{\square}(\pi, \theta, 1)$, que es igual a la GPP para el DED. Para algún θ y π fijo, $GPP_{\square}(\pi, \theta, p)$ es una función monótonamente creciente de p . Para cada gráfica en la Figura 3 muestra tres curvas (correspondiente a $\theta = 1/3, 0.5$ y $2/3$) de la $GPP_{\square}(\pi, \theta, p)$ versus p con un π fijo, donde $\pi = 0,05, 0,20, 0,50$ y $0,95$, respectivamente.

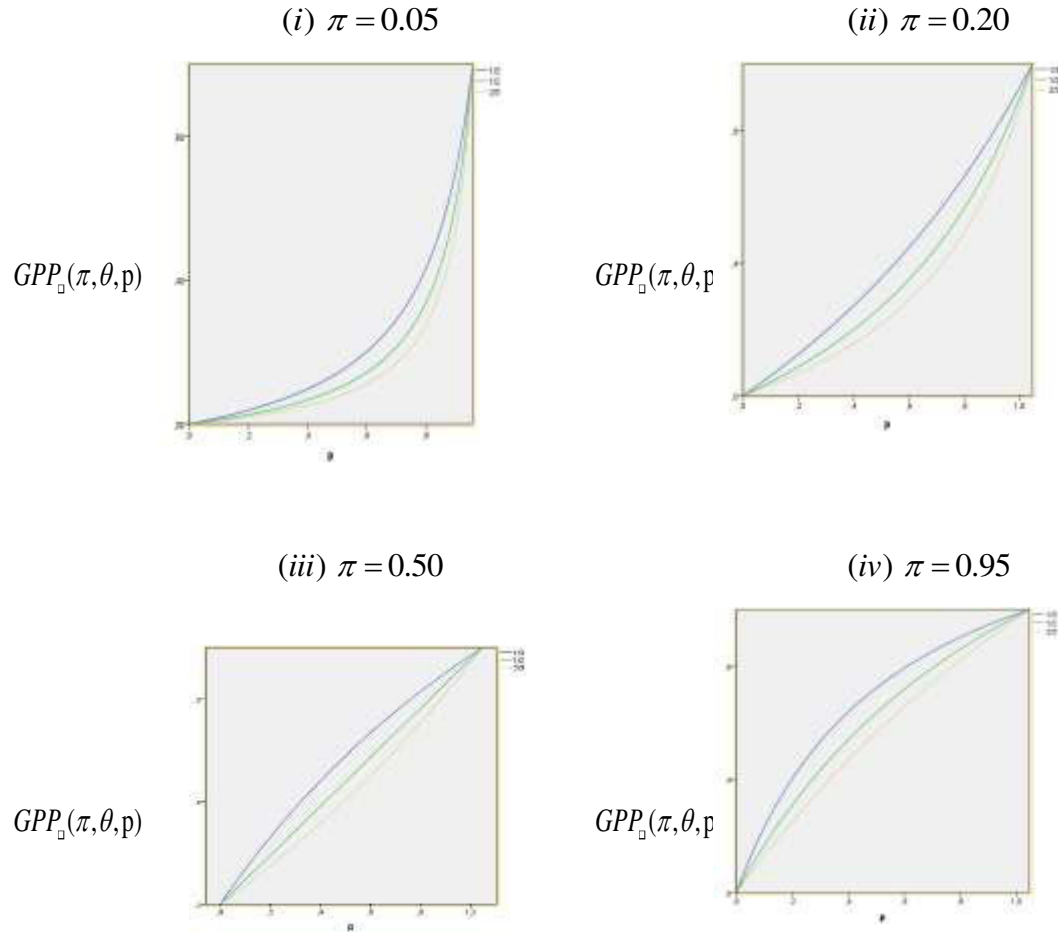


Figura 3: Figuras de $GPP_{\square}(\pi, \theta, p)$ definido por (2.14) versus p para la variante del modelo paralelo con un π fijo y tres valores diferentes de θ , $\theta = 1/3$; $\theta = 0,5$; $\theta = 2/3$. (i) $\pi = 0,05$; (ii) $\pi = 0,20$; (iii) $\pi = 0,50$; (iv) $\pi = 0,95$.

Además, para algún p y π fijo, $GPP_{\square}(\pi, \theta, p)$ es una función monótonamente decreciente de θ . Cada gráfico en la figura 4 muestra tres curvas (correspondiente a $p = 1/3, 2/3$ y $0,5$) de $GPP_{\square}(\pi, \theta, p)$ versus θ con π fijo, donde $\pi = 0,05; 0,20; 0,50$ y $0,95$; respectivamente.

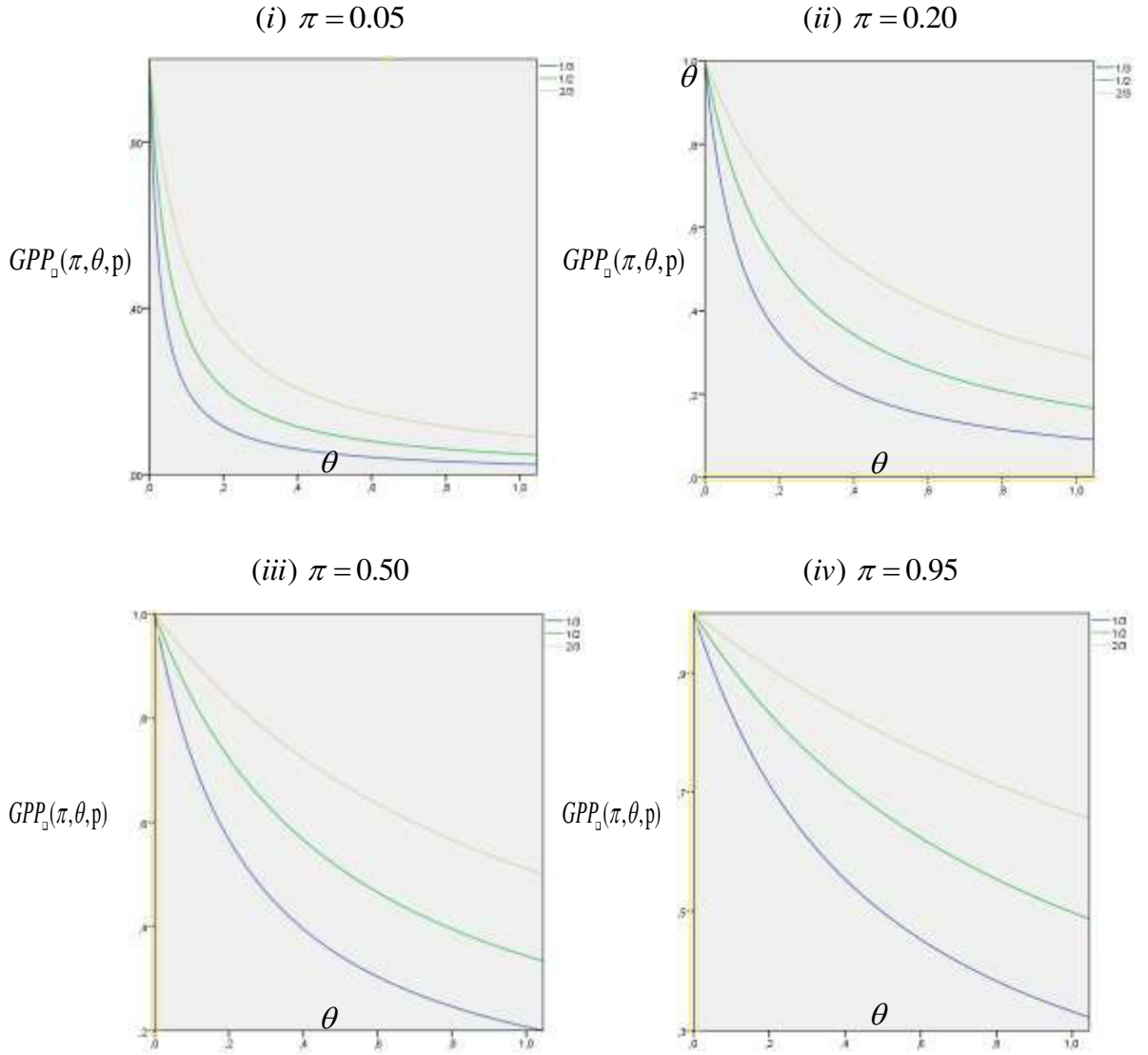


Figura 4: Gráficos definido por (2.14) versus θ para la variante del modelo paralelo con π fijo y tres valores diferentes de p , $p = 1/3$; $p = 0,5$; $p = 2/3$. (i) $\pi = 0,05$; (ii) $\pi = 0,20$; (iii) $\pi = 0,50$; (iv) $\pi = 0,95$

2.3.4. Un Estimador insesgado de la varianza de $\hat{\pi}_v$

Teorema 1. Sea $Var(\hat{\pi}) = \hat{\lambda}_2(1 - \hat{\lambda}_2) / [(n-1)p^2]$. Entonces, se tiene:

$$Var(\hat{\pi}) = \frac{\hat{\pi}_v(1 - \hat{\pi}_v)}{n-1} + \frac{(1 - \hat{\pi}_v)(1-p)}{(n-1)p}, \quad (2.15)$$

es un estimador insesgado de la $Var(\hat{\pi}_v) = \lambda_2(1 - \lambda_2) / (np^2)$.

Prueba. A partir de (2.11) se tiene que $\hat{\lambda}_2 = p(1 - \hat{\pi}_v)$ donde $\hat{\pi}_v$ está dada por (2.10). Por lo tanto,

$$\begin{aligned}
Var(\hat{\pi}) &= \frac{\hat{\lambda}_2(1-\hat{\lambda}_2)}{(n-1)p^2} \\
&= \frac{p(1-\hat{\pi}_V)(1-p+p\hat{\pi}_V)}{(n-1)p^2} \\
&= \frac{\hat{\pi}_V(1-\hat{\pi}_V)}{n-1} + \frac{(1-\hat{\pi}_V)(1-p)}{(n-1)p},
\end{aligned}$$

lo que implica (2.15). A continuación, se demostrará la segunda parte. Si $n_2 \sim Binomial(n; \lambda_2)$, se tiene:

$$E(\hat{\lambda}_2) = E(n_2/n) = \lambda_2 \quad \text{y} \quad Var(\hat{\lambda}_2) = \frac{Var(n_2)}{n^2} = \frac{\lambda_2(1-\lambda_2)}{n},$$

de modo que:

$$\text{Si} \quad E[\hat{\lambda}_2(1-\hat{\lambda}_2)] = E(\hat{\lambda}_2) - [E(\hat{\lambda}_2)]^2 - Var(\hat{\lambda}_2) = \frac{(n-1)\lambda_2(1-\lambda_2)}{n}.$$

se obtiene

$$E[Var(\hat{\pi}_V)] = \frac{E[\hat{\lambda}_2(1-\hat{\lambda}_2)]}{(n-1)p^2} = \frac{\lambda_2(1-\lambda_2)}{np^2},$$

Es decir, $Var(\hat{\pi}_V)$ es un estimador insesgado de $Var(\hat{\pi}_V)$.

2.3.5. Tres intervalos de confianza asintóticos de π para muestras grandes

(a) Intervalo de confianza de Wald

Sea z_α denotan el α -ésimo cuantil superior de la distribución normal estándar. Del teorema del límite central, cuando $n \rightarrow \infty$, el IC de Wald para π al $(1 - \alpha)$ 100% de confianza basado en el estimador insesgado $Var(\hat{\pi}_V)$ viene dada por:

$$[\hat{\pi}_{V,WL}, \hat{\pi}_{V,WU}] = \left[\hat{\pi}_V - z_{\alpha/2} \sqrt{Var(\hat{\pi}_V)}, \hat{\pi}_V + z_{\alpha/2} \sqrt{Var(\hat{\pi}_V)} \right]. \quad (2.16)$$

(b) Intervalo de confianza de Wilson

Un inconveniente para el IC de Wald (2.16) es que el límite inferior puede ser inferior a cero cuando el verdadero valor de π está cercano a cero, mientras que el límite superior puede estar más allá de uno cuando el verdadero valor de π está cercano a uno. Por esta razón, podemos construir el IC de π de Wilson al $(1 - \alpha)$ 100% de confianza basado en

$$\begin{aligned}
 1 - \alpha &= P \left\{ \left| \frac{\hat{\pi}_V - \pi}{\sqrt{\text{Var}(\hat{\pi}_V)}} \right| \leq z_{\alpha/2} \right\} \\
 &= P \left\{ (\hat{\pi}_V - \pi)^2 \leq z_{\alpha/2}^2 \text{Var}(\hat{\pi}_V) \right\} \\
 &= P \left\{ (\hat{\pi}_V - \pi)^2 \leq \frac{z_{\alpha/2}^2}{n} \left[\pi(1 - \pi) + \frac{(1 - p)(1 - \pi)}{p} \right] \right\} \\
 &= P \left\{ \hat{\pi}_V^2 - 2\hat{\pi}_V\pi + \pi^2 \leq \frac{z_{\alpha/2}^2(-\pi^2 + \rho_1\pi + \rho_2)}{n} \right\} \\
 &= P \left\{ (1 + z_*)\pi^2 - (2\hat{\pi}_V + z_*\rho_1)\pi + \hat{\pi}_V^2 - z_*\rho_2 \leq 0 \right\}, \tag{2.17}
 \end{aligned}$$

donde $z_* \triangleq z_{\alpha/2}^2 / n$, $\rho_1 \triangleq 1 - \rho_2$ y

$$\rho_2 \triangleq \frac{1 - p}{p}. \tag{2.18}$$

Resolviendo la desigualdad cuadrática dentro de la probabilidad en (2.17), se obtiene el siguiente IC de Wilson de π :

$$[\hat{\pi}_{V, \text{WSI}}, \hat{\pi}_{V, \text{WSS}}] = \frac{2\hat{\pi}_V + z_*\rho_1 \pm \sqrt{(2\hat{\pi}_V + z_*\rho_1)^2 - 4(1 + z_*)(\hat{\pi}_V^2 - z_*\rho_2)}}{2(1 + z_*)}, \tag{2.19}$$

El IC de Wilson tiene un mejor rendimiento que el IC de Wald y el IC de (Clopper-Pearson). Ver (Agresti & Coull, 1988), (Brown, Cai, & DasGupta, 2001), y (Newcombe, 1998).

(c) Intervalo de confianza de Razón de Verosimilitud

Cuando el verdadero valor de π es pequeño, el intervalo de confianza de la razón de verosimilitud (ICRV) podría proporcionar un mejor rendimiento que otras alternativas.

Para construir el ICRV de π , se considera la hipótesis nula $H_0: \pi = \pi_0$ versus la

hipótesis alternativa $H_1: \pi \neq \pi_0$. Sea $\hat{\theta}^R$ que denota el EMV de θ bajo H_0 .

Entonces $\hat{\theta}^R = [n_3(1-p) - n_1\pi_0 p] / [(n_1 + n_3)(1-p)]$. Cuando $n \rightarrow \infty$, entonces:

$$\Lambda(\pi_0) = -2 \left\{ \ell_V(\pi_0, \hat{\theta}^R | Y_{obs}) - \ell_V(\hat{\pi}_V, \hat{\theta}^R | Y_{obs}) \right\} \sim \chi^2_{(1)},$$

donde $\hat{\pi}_V$ y $\hat{\theta}$ denota los EMV de π y θ sin restricciones especificado por (2.10), respectivamente. De,

$$\begin{aligned} \Lambda(\pi_0) = & -2 \left\{ n_1 \log(1 - \hat{\theta}^R) + n_2 \log(1 - \pi_0) + n_3 \log[\hat{\theta}^R(1-p) + \pi_0 p] \right. \\ & \left. - n_1 \log(1 - \hat{\theta}) - n_2 \log(1 - \hat{\pi}_V) - n_3 \log[\hat{\theta}(1-p) + \pi_V p] \right\}, \end{aligned} \quad (2.20)$$

se verifica que $\Lambda(\pi_0)$ es una función creciente en π_0 cuándo $\pi_0 \in \left[0, 1 - \frac{n_2}{n_p}\right]$ y una

función decreciente en π_0 cuándo $\pi_0 \in \left[1 - \frac{n_2}{n_p}, 1\right]$. Por lo tanto, para un nivel de

significación α dado, el ICRV para π al $(1 - \alpha)$ 100% está dada por,

$$[\hat{\pi}_{V,LRI}, \hat{\pi}_{V,LRS}], \quad (2.21)$$

donde $\hat{\pi}_{V,LRL}$ y $\hat{\pi}_{V,LRL}$ son dos raíces de π_0 con la siguiente ecuación

$$\Lambda(\pi_0) = \chi^2_{(\alpha,1)} \quad (2.22)$$

Donde $\chi^2_{(\alpha,1)}$ denota el α -ésimo cuantil de la distribución ji-cuadrado con un grado de libertad

Los IC asintóticos (2.16), (2.19) y (2.21) son apropiados para los casos de muestras grandes.

2.3.6. El intervalo de confianza exacto o Clopper-Pearson

Cuando el tamaño de muestra es pequeño o moderado, (Clopper & Pearson, 1934) propusieron un método para calcular los límites de confianza para una proporción invirtiendo la prueba bilateral o de colas basado en la distribución binomial. En esta subsección se emplea este método para calcular el IC de $\pi = 1 - \lambda_2 / p$ ver (2.11). Se

observa que $n_2 \sim \text{Binomial}(n; \lambda_2)$, el IC $[\hat{\lambda}_{2,EL}, \hat{\lambda}_{2,EU}]$ exacto de λ_2 al $(1-\alpha)100\%$ de confianza (o Clopper-Pearson) de $\hat{\lambda}_2$ que satisface la siguiente ecuación,

$\hat{\lambda}_2 = 0$ cuando $n_2 = 0$,

$$\sum_{x=n_2}^n \binom{n}{x} \hat{\lambda}_{2,EL}^x (1 - \hat{\lambda}_{2,EL})^{n-x} = \frac{\alpha}{2}, n_2 = 1, \dots, n-1, \quad (2.23)$$

$$\sum_{x=0}^{n_2} \binom{n}{x} \hat{\lambda}_{2,EU}^x (1 - \hat{\lambda}_{2,EU})^{n-x} = \frac{\alpha}{2}, n_2 = 1, \dots, n-1, \quad (2.24)$$

$\hat{\lambda}_{2,EU} = 1$, cuando $n_2 = n$.

Resolviendo por (2.23) y (2.24), obtenemos

$$\hat{\lambda}_{2,EL} = \left[1 + \frac{n - n_2 + 1}{n_2 F(1 - \alpha / 2; 2n_2, 2(n - n_2 + 1))} \right]^{-1} \text{ y}$$

$$\hat{\lambda}_{2,EU} = \left[1 + \frac{n - n_2}{(n_2 + 1) F(\alpha / 2; 2(n_2 + 1), 2(n - n_2))} \right]^{-1},$$

donde $F(\alpha; k_1, k_2)$ denota el α -ésimo cuantil superior de la distribución F, $F(k_1, k_2)$, pero, el IC de π al $(1-\alpha)100\%$ está dado por

$$\hat{\pi}_{V,EL} = 1 - \frac{\hat{\lambda}_{2,EU}}{p} \text{ y } \hat{\pi}_{V,EU} = 1 - \frac{\hat{\lambda}_{2,EL}}{p}. \quad (2.25)$$

2.3.7. Inferencia estadística sobre θ

Tres intervalos de confianza asintóticos de θ para muestras grandes

(a) Intervalo de confianza de Wald

De (2.10), la varianza de $\hat{\theta}$ es

$$\text{Var}(\hat{\theta}) = \frac{\text{Var}(n_1)}{n^2(1-p)^2} = \frac{\lambda_1(1-\lambda_1)}{n(1-p)^2}. \quad (2.26)$$

Similar al Teorema 1, se verifique que

$$Var(\hat{\theta}) = \frac{\hat{\lambda}_1(1-\hat{\lambda}_1)}{(n-1)(1-p)^2}$$

Es un estimador insesgado de $Var(\hat{\theta})$. Basado en un estimador insesgado θ El IC de Wald es:

$$[\hat{\theta}_{WL}, \hat{\theta}_{WU}] = [\hat{\theta} - z_{\alpha/2} \sqrt{Var(\hat{\theta})}, \hat{\theta} + z_{\alpha/2} \sqrt{Var(\hat{\theta})}]. \quad (2.27)$$

(b) Intervalo de confianza de Wilson (score)

El IC de θ de Wilson al $(1-\alpha)100\%$ puede ser construido basado en

$$\begin{aligned} 1-\alpha &= P\left\{\left|\frac{\hat{\theta}-\theta}{\sqrt{Var(\hat{\theta})}}\right| \leq z_{\alpha/2}\right\} \\ &\stackrel{(2.26)}{=} P\left\{(\hat{\theta}-\theta)^2 \leq \frac{z_{\alpha/2}^2(1-\theta)(1-p)[1-(1-\theta)(1-p)]}{n(1-p)^2}\right\} \\ &= P\left\{(1+z_*)\theta^2 - (2\hat{\theta} + 2z_* - z_*\rho_3)\theta + \hat{\theta}^2 + z_* - z_*\rho_3 \leq 0\right\}, \end{aligned} \quad (2.28)$$

donde $z_* \triangleq z_{\alpha/2}^2/n$ y $\rho_3 \triangleq 1/(1-p)$. De la solución de la desigualdad cuadrática dentro de la probabilidad en (2.28), Se obtiene el IC de Wilson π de la siguiente manera:

$$[\hat{\theta}_{WSL}, \hat{\theta}_{WSU}] = \frac{2\hat{\theta} + 2z_* - z_*\rho_3 \pm \sqrt{(2\hat{\theta} + 2z_* - z_*\rho_3)^2 - 4(1+z_*)(\hat{\theta}^2 + z_* - z_*\rho_3)}}{2(1+z_*)} \quad (2.29)$$

que, en general, está dentro de $[0, 1]$.

(c) Intervalo de confianza de Razón de Verosimilitud

Para construir el ICRV de θ , se considera la hipótesis nula $H_1: \theta \neq \theta_0$. Sea $\hat{\pi}^R$ denota EMV restricto de π bajo H_0 .

Entonces $\hat{\pi}^R = [n_3p - n_2\theta_0(1-p)] / [(n_2 + n_3p)]$ cuando $n \rightarrow \infty$, es conocido que

$$\Lambda(\theta_0) = -2\left\{\ell_V(\hat{\pi}^R, \theta_0 | Y_{obs}) - \ell_V(\hat{\pi}_V, \theta_0 | Y_{obs})\right\} \sim \chi^2(1).$$

Donde $\hat{\pi}_v$ y $\hat{\theta}$ son los EMV irrestrictos de π y θ especificado por (2.10). De

$$\Lambda(\theta_0) = -2 \left\{ n_1 \log(1 - \theta_0) + n_2 \log(1 - \hat{\pi}^R) + n_3 \log[\theta_0(1 - p) + \hat{\pi}^R p], \right. \\ \left. - n_1 \log(1 - \hat{\theta}) - n_2 \log(1 - \hat{\pi}_v) - n_3 \log[\hat{\theta}(1 - p) + \hat{\pi}_v p] \right\} \quad (2.30)$$

Se verifica que $\Lambda(\theta_0)$ es una función creciente en θ_0 cuando $\theta_0 \in \left[0, 1 - \frac{n_1}{n(1-p)} \right]$ y

una función decreciente de θ_0 cuando $\theta_0 \in \left[1 - \frac{n_1}{n(1-p)}, 1 \right]$. Por lo tanto, para un nivel

de significación α dado, el $(1 - \alpha)$ 100% ICRV para θ está dada por:

$$\left[\hat{\theta}_{LRL}, \hat{\theta}_{LRL} \right], \quad (2.31)$$

donde $\hat{\theta}_{LRL}$ y $\hat{\theta}_{LRL}$ son dos raíces de θ_0 con la siguiente ecuación

$$\Lambda(\theta_0) = \chi^2(\alpha, 1). \quad (2.32)$$

Los IC asintóticos (2.27), (2.29) y (2.31) son apropiados para los casos de muestras grandes.

2.3.8. El intervalo de confianza exacto de Clopper - Pearson

Al igual que en la sección 2.3.7, el IC $(1 - \alpha)$ 100% exacta (o Clopper-Pearson) de θ está dado por:

$$\hat{\theta}_{EL} = 1 - \frac{\hat{\lambda}_{1,EU}}{1-p} \text{ y } \hat{\theta}_{EU} = 1 - \frac{\hat{\lambda}_{1,EL}}{1-p}, \quad (2.33)$$

donde

$$\hat{\lambda}_{1,EL} = \left[1 + \frac{n - n_1 + 1}{n_1 F(1 - \alpha / 2; 2n_1, 2(n - n_1))} \right]^{-1} \text{ y} \\ \hat{\lambda}_{1,EU} = \left[1 + \frac{n - n_1}{(n_1 - 1) F(\alpha / 2; 2(n_1 + 1), 2(n - n_1))} \right]^{-1}.$$

2.3.9. Prueba de hipótesis

Algunas veces, se puede tener un cierto conocimiento sobre el parámetro desconocido $\theta = P(U = 1)$ antes de nuestra investigación, por ejemplo, se puede definir $U = 1$ si el cumpleaños del entrevistado se encuentra en la segunda mitad de un mes y $U = 0$ en caso contrario. Por lo general, se supone que $\theta \approx 0,5$. Para probar si esta suposición es o no es válida, en este apartado, nos centramos en las pruebas de las siguientes hipótesis:

$$H_0 : \theta = \theta_0 \text{ contra } H_1 : \theta \neq \theta_0 \quad (2.34)$$

2.3.10. Prueba de hipótesis para muestras grandes

Sea n_1 representan el número de encuestados que marcan un aspa en el círculo en la Tabla 3, y X representa la variable aleatoria correspondiente, entonces $X \sim \text{Binomial}(n; \lambda_1)$. De $\lambda_1 = (1 - \theta)(1 - p)$, las hipótesis nula y alternativa en (2.34) se reducen a

$$H_0^* : \lambda_1 = \lambda_{10} \text{ contra } H_1^* : \lambda_1 \neq \lambda_{10},$$

donde $\lambda_{10} = (1 - \theta_0)(1 - p)$. Para muestras grandes, se puede utilizar la distribución normal para aproximar la distribución binomial. La estadística de prueba Z y el valor z correspondiente son dados por:

$$Z = \frac{X - n\lambda_{10}}{\sqrt{n\lambda_{10}(1 - \lambda_{10})}} \quad \text{y} \quad z = \frac{n_1 - n\lambda_{10}}{\sqrt{n\lambda_{10}(1 - \lambda_{10})}},$$

Bajo H_0^* tenemos $Z \sim N(0, 1)$. Por lo tanto, el correspondiente p-valor está dado por

$$p_{v1} = 2 P\{Z > |z|\} = P\{Z^2 > z^2\} = P\{\chi^2_{(1)} > z^2\}, \quad (2.35)$$

donde $\chi^2(v)$ denota la distribución ji-cuadrado con v grados de libertad. Cuando $p_{v1} \geq \alpha$, no podemos rechazar la hipótesis nula H_0^* (equivalentemente, H_0) con un nivel de significación α .

2.3.11. Prueba de hipótesis para muestras pequeñas

Cuando el tamaño de la muestra no es muy grande, se tiene que calcular el p-valor exacto para probar H_0 versus H_1 . Tenga en cuenta que $X | H_0^* \sim \text{Binomial}(n; \lambda_{10})$, definimos

$$\beta_x \triangleq \Pr(X = x | H_0^*) = \binom{n}{x} \lambda_{10}^x (1 - \lambda_{10})^{n-x}, \quad x = 0, 1, \dots, n.$$

Por lo tanto, el p-valor exacto de las 2 colas es calculado por

$$p_{v2} = \sum_{x=0}^n \beta_x I_{(\beta_x \leq \beta_{n1})}, \quad (2.36)$$

donde $I_{(\cdot)}$ denota la función indicadora.

2.3.12. Ejemplo de Aplicación

(Monto, 2001) informó de un estudio llevado a la práctica sexual en tres ciudades occidentales (San Francisco, Las Vegas y Portland de Oregón) de los Estados Unidos. En esta investigación, hay 343 individuos graduados en más de algún instituto y 927 individuos que recibieron al menos algún tipo de formación universitaria. Además, también se observó que 593 encuestados no tienen más de una pareja sexual y 668 encuestados tienen no menos de dos parejas sexuales. A los investigadores les gustaría estimar la proporción de personas con más de una pareja sexual en la población.

Primero se define $W = 1$ si el cumpleaños del encuestado está entre mayo a diciembre y $W = 0$ si el cumpleaños de la encuestado está entre enero a abril, y sea $p = P(W = 1) \approx 8/12 = 2/3$. A continuación, definir $U = 1$ si el encuestado recibe al menos algún tipo de formación universitaria y $U = 0$ si el encuestado se gradúa en más de algún instituto, y Sea $q = P(U = 1) = 927 / (343 + 927) \approx 0,73$. Finalmente, definimos $Y = 1$ si el encuestado tiene al menos dos parejas sexuales y $Y = 0$ en caso contrario. Para el propósito de ilustración, suponemos que W , U e Y son independientes entre sí aunque tenemos señalado la posible asociación entre U y Y .

Con $p = 2/3$ y $q = 0,73$, la encuesta con el diseño paralelo producirá 754 líneas que conecta los dos cuadrados (es decir, $n\bar{y}^P = \sum_{i=1}^n y_i^P = 927 \times (1 - p) + 668 \times p \approx 754$) y; 509 líneas que conecta los dos círculos. (es decir, $n - n\bar{y}^P = 343 \times (1 - p) + 593 \times p \approx 509$, $n = 1263$). La Tabla 5 reporta el EMV de π basado en (2.1), los errores estándar estimados y los intervalos de confianza del 95% (IC) de π para el modelo paralelo.

Tabla 5: EMV de π , error estándar de estimación e intervalo de confianza al 95 % para estimar π con el modelo paralelo, con los datos sobre las prácticas sexuales

Modelo	$\hat{\pi}$	$SE(\hat{\pi})$	IC 95% de π	Amplitud del IC al 95%
Modelo Paralelo	0.53053	0.020703	[0.48991,0.57106]	0.081154

Para ilustrar los métodos propuestos, por tanto declaramos el tamaño de muestra necesaria para garantizar una potencia del 80%, con 0,05 nivel de significación mediante el uso de la prueba unilateral $\pi_0 = 0.65$ versus $\pi_1 = 0.55$. Utilizando el tamaño de la muestra (2.6), obtenemos $n_p = 314$, que se requiere el tamaño de muestra para el diseño paralelo.

CAPÍTULO III:

**APLICACIÓN DE LOS MODELOS DE
RESPUESTA NO ALEATORIZADA, PARA
ESTUDIAR EL COMPORTAMIENTO DE
LOS ESTUDIANTES EN LA FCM Y
COMPARACIÓN CON EL MÉTODO
TRADICIONAL**

3.1. IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO DE RESPUESTA NO ALEATORIZADA

Los MRNA propuesto por (Tian & Liu, 2013 y 2014) fueron utilizados en una encuesta sobre: Consumo de drogas, Relaciones sexuales con más de dos personas, Consumo de alcohol y Copia en los exámenes.

El propósito de esta investigación es mostrar la utilidad del modelo de respuesta no aleatorizada, para obtener una estimación de algunas variables como (Consumo de drogas, Relaciones sexuales con más de dos personas, Consumo de alcohol, Copia en los exámenes, etc.). Reduciendo principalmente el sesgo de respuesta (por respuestas deliberadamente falsas) y obtener tasas de respuestas mayores.

3.1.1. Elección de las variables

Las variables elegidas para este estudio fueron las siguientes:

1. PREVALENCIA DE VIDA DE DROGAS

Preguntas sensibles

- “Durante mi vida he consumido drogas (marihuana, pasta básica de cocaína, éxtasis) por lo menos una vez” (Y=1)
- “Nunca he consumido drogas (marihuana, pasta básica de cocaína, éxtasis)” (Y=0)

Preguntas no sensibles:

- Trabajo actualmente (U =1)
- No trabajo actualmente (U =0)
- Utilizo página Web (W=1)
- No utilizo página Web (W=0)

2. PREVALENCIA DE SEXO

Preguntas sensibles

- “Durante mi vida he mantenido relaciones sexuales con más de dos personas (simultáneamente o no)” ($Y=1$)
- Durante mi vida jamás he mantenido relaciones sexuales con más de dos personas (simultáneamente o no)” ($Y=0$)

Preguntas no sensibles:

- Elegí mi carrera por vocación ($U=1$)
- No elegí mi carrera por vocación ($U=0$)
- He interrumpido mis estudios universitarios por lo menos una vez ($W=1$)
- Nunca he interrumpí mis estudios universitarios ($W=0$)

3. CONSUMO ACTUAL DE ALCOHOL

Preguntas sensibles

- “Consumo alcohol (cerveza, vino, sangría, etc.) con frecuencia (todos los fines de semana)” ($Y=1$)
- “No consumo alcohol (cerveza, vino, sangría, etc.) con frecuencia (todos los fines de semana)” ($Y=0$)

Preguntas no sensibles:

- El servicio de la clínica universitaria es bueno ($U=1$)
- El servicio de la clínica universitaria no es bueno ($U=0$)
- Estudié en colegio público ($W=1$)
- No estudié en colegio público ($W=0$)

4. COPIA EN LOS EXÁMENES

Preguntas sensibles

- “He copiado en los exámenes por lo menos una vez ” ($Y = 1$)
- “Nunca he copiado en los exámenes ” ($Y = 0$)

Preguntas no sensibles:

- El servicio del comedor es bueno ($U = 1$)
- El servicio del comedor no es bueno ($U = 0$)
- Me gusta estudiar solo ($W = 1$)
- No me gusta estudiar solo ($W = 0$)

Cada una de las preguntas consideradas anteriormente fueron organizadas en una tabla de contingencia (Cuestionario 1)

3.1.2. *Tamaño de muestra*

De acuerdo a Registros Académicos de la Dirección Académica los Alumnos Matriculados el Semestre 2014 - I en la Facultad de Ciencias Matemáticas de la UNMSM, está dividida en cuatro Escuelas académico Profesionales (Ver Cuadro 1), de acuerdo a esta información se decidió considerar a cada Escuela Académico Profesional como un estrato, en total tenemos 4 estratos o Escuelas.

El esquema de muestreo que se utilizó fue el Muestreo Aleatorio Estratificado, con afijación proporcional de acuerdo a la cantidad de alumnos en cada uno de los estratos, donde cada estrato es una Escuela Académico Profesional de la Facultad de Ciencias Matemáticas de la UNMSM.

Cuadro 1: Distribución de los estudiantes de Pre-Grado según Escuela académico Profesional- semestre 2014-I-FCM-UNMSM

Escuela Académico Profesional	Frecuencia	Porcentaje
Matemática	484	31.35%
Estadística	275	17.81%
Investigación Operativa	476	30.83%
Computación Científica	309	20.01%
Total	1544	100.00

Fuente: Dirección Académica - FCM – UNMSM

Se utilizó el Muestreo Aleatorio Estratificado (Cochran, 1977), con un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 3,03%, el tamaño de muestra fue de 573 alumnos matriculados el Semestre 2014-I. El Modelo de Respuesta No Aleatorizada requiere un tamaño de muestra más grande que el método convencional. La distribución de la muestra por Escuela Académico Profesional se muestra en el Cuadro 2.

Cuadro 2: Modelo de Respuesta No Aleatorizada: Distribución de la muestra según Escuela Académico Profesional, Semestre 2014-I, FCM – UNMSM

Escuela Académico Profesional	Frecuencia
Matemática	181
Estadística	101
Investigación Operativa	175
Computación Científica	116
Total	573

3.1.3. Plan de muestreo de la aplicación

1) Población objetivo

La población objetivo, es aquella acerca de la cual deseamos recolectar la información, en nuestro caso, es la población de alumnos matriculados el Semestre 2014-I, en la Facultad de Ciencias Matemáticas, de la UNMSM.

2) Marco Muestral

El Marco muestral está constituido por el Listado de Alumnos Matriculados el Semestre Académico 2014-I, en la Facultad de Ciencias Matemáticas de la UNMSM, la cual fue proporcionado por Dirección Académica de dicha Facultad.

3)Diseño de la Muestra

Se dividió el marco muestral en 4 estratos:

El estrato 1 lo conforma la EAP de Matemática.

EL estrato 2 lo conforma la EAP de Estadística

El estrato 3 lo conforma la EAP de Investigación Operativa.

El estrato 4 lo conforma la EAP de Computación Científica.

Para elegir las unidades en el estrato 1, se enumeró el listado de la EAP de Matemática desde 1 hasta 483. Y utilizando el siguiente procedimiento en el Programa Estadístico SPSS versión 20:

Datos / Seleccionar Casos / Muestra Aleatoria - muestra

Exactamente 181 de 483 / continuar / aceptar.

De manera similar, en el Estrato 2, se enumeró el listado de la EAP de Estadística desde 1 hasta 275. Y utilizando el siguiente procedimiento en el Programa Estadístico SPSS versión 20:

Datos / Seleccionar Casos / Muestra Aleatoria - muestra

Exactamente 101 de 275 /continuar / aceptar.

En el estrato 3, se enumeró el listado de la EAP de Investigación Operativa desde 1 hasta 476. Y utilizando el siguiente procedimiento en el Programa Estadístico SPSS versión 20:

Datos / Seleccionar Casos / Muestra Aleatoria - muestra

Exactamente 175 de 476 / continuar / aceptar.

En el estrato 4, se enumeró el listado de la EAP de Computación Científica desde 1 hasta 309. Y utilizando el siguiente procedimiento en el Programa Estadístico SPSS versión 20:

Datos / Seleccionar Casos / Muestra Aleatoria - muestra

Exactamente 116 de 309 / continuar / aceptar.

El esquema de muestreo empleado en cada estrato fue el muestreo aleatorio simple sin reposición.

4) Instrumentos de recolección de la Información

El cuestionario utilizado se dividió en 2 partes: En una primera parte se registran los datos generales del Alumno seleccionado (Características Generales), los cuales corresponden a su edad, género, EAP y Ciclo que está estudiando. La segunda parte corresponde a las características específicas relacionado al tema de las preguntas delicadas, en donde se registra la respuesta del entrevistado,

El cuestionario utilizado se muestra en el (Cuestionario 1 y 2).

5) Actividades de Campo

Personal de la encuesta y Materiales del trabajo de campo: Para el trabajo de campo se contó con el ambiente de la Oficina 211, cuyos miembros (las profesoras de esa oficina nos concedieron ese ambiente para llevarse a cabo la encuesta). El autor de la tesis y un profesional de psicología, fueron los entrevistadores.

Para la difusión de los alumnos seleccionados, se colocó un Comunicado, con la lista de alumnos elegidos según Escuela Académico Profesional, en la puerta principal de la FCM para que ellos pudieran enterarse que habían sido elegidos.

La entrevista se realizó en la Oficina 211, en el horario de 10am a 8pm, la cual empezó el día 2 de junio y finalizó el 28 de junio del año 2014.

Los entrevistadores recibieron charlas, sobre las definiciones utilizadas en el estudio, la explicación del cuestionario y el procedimiento aleatorizado.

Si un alumno seleccionado se presentaba; primeramente debería identificarse con su carnet universitario, el entrevistador debía identificar la Escuela y sus nombres en las listas, las cuales contenían los nombres de los alumnos seleccionados por Escuela y marcar con plumón resaltador, para que quede registrado que ese alumno ya fue entrevistado.

Se hizo un póster con una tabla de contingencia.

El segundo paso, era explicarle oralmente el procedimiento no aleatorizado en base al póster de la siguiente manera:

Por ejemplo, si Ud. se está identificando con uno de los círculos de acuerdo a las afirmaciones presentadas en la tabla entonces conecte los dos círculos utilizando una línea; si Ud. se siente identificado con uno de los cuadrados de acuerdo a las afirmaciones presentadas en la tabla, entonces conecte los dos cuadrados. Solo puede unir dos círculos o dos cuadrados.

Al finalizar la entrevista se le hacía entrega de un pequeño obsequio por su colaboración.

3.2. RESULTADOS DE LA APLICACIÓN PARA EL MODELO DE RESPUESTA NO ALEATORIZADA

3.2.1. Evaluación del rendimiento de la muestra

Se logró entrevistar a 573 alumnos seleccionados, lo cual significó una tasa de respuesta del 100%.

3.2.2. Características de la población investigada

Población entrevistada

1544 alumnos matriculados el Semestre 2014-I, cuyas edades fluctúan entre 16 y 64 años.

3.2.3. Resultados numéricos

Utilizando las fórmulas de los estimadores de la proporción de respondientes en la población con la pregunta sensible del Modelo de Respuesta No Aleatorizada y las varianzas del estimador, presentada anteriormente, se obtuvieron los siguientes resultados:

1) Prevalencia de vida en Drogas

Modelo Paralelo

En el anexo 2, se muestra el resultado de la encuesta a la pregunta sensible:

Sea $\hat{\pi}_p$ el estimador del modelo paralelo de respuesta no aleatorizada para la “Prevalencia de vida en drogas de un alumno de la Facultad de Ciencias Matemáticas”, cuyo estimador fue desarrollado en el capítulo anterior (ver ecuación 2.1):

Luego para el caso en estudio:

El promedio de los dos cuadrados conectados en la muestra es:

$$\bar{y}_p = \frac{176}{573} = 0,307$$

La probabilidad de que un estudiante utiliza página Web es:

$$q = P(U = 1) = 0,319$$

La probabilidad de que un estudiante trabaje actualmente es.

$$p = P(W = 1) = 0,592$$

$$\hat{\pi}_p = \frac{0,307 - 0,319(1 - 0,592)}{0,592} = 0,299$$

De este resultado se desprende que, la prevalencia de vida en drogas de los alumnos fue de 0,299.

VARIANZA

La varianza del estimador del MRNA del modelo paralelo, para “la prevalencia de vida en drogas”, $Var(\hat{\pi}_p) = \frac{\delta(1-\delta)}{np^2}$, donde $\delta \hat{=} q(1-p) + \pi p$, se obtiene con los valores siguientes:

$$n=573$$

$$p = P(W = 1) = 0,592$$

$$q = P(U = 1) = 0,319$$

$$\delta = 0,319(1 - 0,592) + 0,299(0,592) = 0,307$$

Luego,

$$Var(\hat{\pi}_p) = \frac{0,307(1-0,307)}{573(0,592)^2} = 0,00106$$

Luego el error estándar es igual a 0,033.

Un intervalo de confianza al 95% de confianza para π_p

$$\hat{\pi}_p \pm z_{1-\alpha/2} \sqrt{n\delta(1-\delta)/np}$$

$$LI = 0,299 - 1,96 \sqrt{573(0,307)(1-0,307) / 573(0,592)} = 0,2352$$

$$LS = 0,299 + 1,96 \sqrt{573(0,307)(1-0,307) / 573(0,592)} = 0,3628$$

es [0,235;0,363].

Variante del Modelo Paralelo

En el anexo 3, se muestra el resultado de la encuesta a la pregunta sensible:

Sea $\hat{\pi}_p$ el estimador de la variante del modelo paralelo de respuesta no aleatorizada para la “Prevalencia de vida en drogas”, fue desarrollada en el capítulo anterior (Ver 2.10):

Luego para el caso en estudio:

La probabilidad de que un estudiante trabaje actualmente es:

$$p = P(W = 1) = 0,592$$

El número de entrevistados que marcaron el triángulo es:

$$n_2 = 267$$

$$n = 573$$

$$\hat{\pi}_V = 1 - \frac{267}{573(0,592)} = 0,213$$

De este resultado se desprende que, la prevalencia de vida en drogas de los alumnos fue de 0,213.

VARIANZA

La varianza del estimador del MRNA de la variante del modelo paralelo, para “la prevalencia de vida en drogas”, es $Var(\hat{\pi}_p) = \frac{\delta(1-\delta)}{np^2}$, $\delta \triangleq q(1-p) + \pi p$, se obtiene con los valores siguientes:

$$n = 573$$

$$\hat{\pi}_V = 0,213$$

$$p = P(W = 1) = 0,592$$

Luego,

$$\hat{Var}(\hat{\pi}_V) = \frac{0,213(1-0,213)}{573-1} + \frac{(1-0,213)(1-0,592)}{(573-1)0,592} = 0,00124$$

Luego el error estándar es igual a 0,035.

Un intervalo de confianza al 95% de confianza para π_V

es [0,1439;0,2819].

$$LI = 0,213 - 1,96\sqrt{0,0012} = 0,1439$$

$$LS = 0,213 + 1,96\sqrt{0,0012} = 0,2819$$

Método convencional

Estimador convencional

Sea $\hat{\pi}_D$ el estimador del método convencional para la “Prevalencia de vida en drogas” de los alumnos de la FCM:

$$\hat{\pi}_D = \frac{a}{n} = \frac{54}{573} = 0,094$$

a: es el número de entrevistados que respondieron “SI”

De este resultado se desprende que, la prevalencia de vida en drogas de los alumnos fue de 0,094.

VARIANZA

Sea $V(\hat{\pi}_D)$ la varianza del estimador del método convencional para la “Prevalencia de vida en drogas”:

$$V(\hat{\pi}_D) = \frac{pq}{n-1} \left(1 - \frac{n}{N}\right)$$

Luego para el caso,

$$N=1544$$

$$n=573$$

$$p=0,0942$$

$$q=1-p=1-0,0942=0,9058$$

$$V(\hat{\pi}_D) = \frac{0,0942(0,9058)}{573-1} \left(1 - \frac{573}{1544}\right) = 0,00009$$

Luego el error estándar es igual a 0,010.

Un intervalo de confianza al 95% para la proporción π_D (prevalencia de vida en drogas) resulta (Cochran, 1977):

$$\hat{\pi}_D \pm Z_{1-\alpha/2} \sqrt{1 - \frac{n}{N}} \sqrt{\frac{pq}{n-1}} + \frac{1}{2n}$$

$$\pi_D \in [0,0761;0,1141].$$

$$LS = 0,0942 - 1,96 \sqrt{1 - \frac{573}{1544}} \sqrt{\frac{0,094(1-0,094)}{573-1}} + \frac{1}{2(573)} = 0,0761$$

$$LS = 0,0942 + 1,96 \sqrt{1 - \frac{573}{1544}} \sqrt{\frac{0,094(1-0,094)}{573-1}} + \frac{1}{2(573)} = 0,1141$$

2) Prevalencia de sexo

Modelo Paralelo

En el anexo 2, se muestra el resultado de la encuesta a la pregunta sensible:

Sea $\hat{\pi}_p$ el estimador del modelo paralelo de respuesta no aleatorizada para la “Prevalencia de sexo” cuyo estimador fue desarrollado en el capítulo anterior (ver ecuación 2.1):

Luego para el caso en estudio:

El promedio de los dos **cuadrados conectados** en la muestra es:

$$\bar{y}_p = \frac{254}{573} = 0,443$$

La probabilidad de que un estudiante elija su carrera por vocación es:

$$q = P(U = 1) = 0,649$$

La probabilidad de que un estudiante haya interrumpido sus estudios universitarios por los menos una vez es:

$$p = P(W = 1) = 0,320$$

$$\hat{\pi}_p = \frac{0,44328 - 0,649(1 - 0,320)}{0,320} = 0,006$$

De este resultado se desprende que, la “prevalencia de sexo de los alumnos” fue de 0,00613.

VARIANZA

La varianza del estimador del MRNA del modelo paralelo, para “la prevalencia de sexo”, de (2.2), y con los valores siguientes:

$$n=573$$

$$p = P(W = 1) = 0,320$$

$$q = P(U = 1) = 0,649$$

$$\delta = 0,649(1 - 0,320) + 0,00613(0,320) = 0,443$$

Luego,

$$Var(\hat{\pi}_p) = \frac{0,443(1 - 0,443)}{573(0,320)^2} = 0,00421$$

Luego el error estándar es igual a 0,0645

Un intervalo de confianza al 95% de confianza para π_p :

$$\hat{\pi}_p \pm z_{1-\alpha/2} \sqrt{n\delta(1-\delta)/np}$$

$$LI = 0,00613 - 1,96 \sqrt{573(0,443)(1 - 0,443) / 573(0,320)} = -0,1210$$

$$LS = 0,00613 + 1,96 \sqrt{573(0,443)(1 - 0,443) / 573(0,320)} = 0,1332$$

es $[-0,1210; 0,1332]$.

Variante del Modelo Paralelo

En el anexo 3, se muestra el resultado de la encuesta a la pregunta delicada:

Sea $\hat{\pi}_p$ el estimador de la variante del modelo paralelo de respuesta no aleatorizada para la “Prevalencia de sexo”, cuyo estimador fue desarrollado en el capítulo anterior.

Luego para el caso en estudio:

La probabilidad de que un estudiante trabaje es:

$$p = P(W = 1) = 0,320$$

El número de entrevistados que marcaron el triángulo es:

$$n_2 = 109$$

$$n = 573$$

$$\hat{\pi}_V = 1 - \frac{109}{573(0,320)} = 0,406$$

De este resultado se desprende que, la prevalencia de vida en sexo de los alumnos fue de 0,4055.

VARIANZA

La varianza del estimador del MRNA de la variante del modelo paralelo, para “la prevalencia de vida en sexo”, cuya estimador es (2.13), se obtiene con los valores siguientes:

$$n = 573$$

$$\hat{\pi}_V = 0,406$$

$$p = P(W = 1) = 0,320$$

$$nVar(\hat{\pi}_V) = \pi(1 - \pi) + \frac{(1 - p)(1 - \pi)}{p}$$

Luego,

$$\hat{Var}(\hat{\pi}_V) = \frac{0,4055(1 - 0,4055)}{573} + \frac{(1 - 0,320)(1 - 0,4055)}{(573)0,320} = 0,00263$$

Luego el error estándar es igual a 0,0051.

Un intervalo de confianza al 95% de confianza para π_V

$$\left[\hat{\pi}_{V,WL}, \hat{\pi}_{V,WU} \right] = \left[\hat{\pi}_V - z_{\alpha/2} \sqrt{\text{Var}(\hat{\pi}_V)}, \hat{\pi}_V + z_{\alpha/2} \sqrt{\text{Var}(\hat{\pi}_V)} \right].$$

es $[0,3051; 0,5060]$.

$$LI = 0,4055 - 1,96\sqrt{0,0026} = 0,3051$$

$$LS = 0,4055 + 1,96\sqrt{0,0026} = 0,5060$$

Método convencional

Estimador convencional

Sea $\hat{\pi}_D$ el estimador del método convencional para la “Prevalencia de sexo” de los alumnos, cuyo estimador es:

$$\hat{\pi}_D = \frac{a}{n} = \frac{158}{573} = 0,276$$

a: es el número de entrevistados que respondieron “SI”

De este resultado se desprende que, la prevalencia de sexo de los alumnos fue de 0,2757.

VARIANZA

Sea $V(\hat{\pi}_D)$ la varianza del estimador del método convencional para la “Prevalencia de vida en sexo”, cuya estimador es:

$$V(\hat{\pi}_D) = \frac{pq}{n-1} \left(1 - \frac{n}{N}\right)$$

Luego para el caso,

$$N=1544$$

$$n=573$$

$$p=0,2757$$

$$q=1-p=1-0,2756=0,724$$

$$V(\hat{\pi}_D) = \frac{0,2757(0,7243)}{573-1} \left(1 - \frac{573}{1544}\right) = 0,00022$$

Luego el error estándar es igual a 0,015.

Un intervalo de confianza al 95% para la proporción π_D (prevalencia de sexo) resulta (Cochran, 1977):

$$\hat{\pi}_D \pm Z_{1-\alpha/2} \sqrt{1 - \frac{n}{N} \sqrt{\frac{pq}{n-1}} + \frac{1}{2n}}$$

$$LI = 0,2756 - 1,96 \sqrt{1 - \frac{573}{1544} \sqrt{\frac{0,2756(1-0,2756)}{573-1}} + \frac{1}{2(573)}} = 0,2476$$

$$LS = 0,2756 + 1,96 \sqrt{1 - \frac{573}{1544} \sqrt{\frac{0,2756(1-0,2756)}{573-1}} + \frac{1}{2(573)}} = 0,3057$$

$$\pi_D \in [0,2476; 0,3057].$$

3) Proporción de alumnos que consumen alcohol

Modelo Paralelo

En el anexo 2, se muestra el resultado de la encuesta a la pregunta sensible:

Sea $\hat{\pi}_P$ el estimador del modelo paralelo de respuesta no aleatorizada para la “Proporción de alumnos que consumen alcohol”, cuyo estimador fue desarrollado en el capítulo anterior (ver ecuación 2.1):

Luego para el caso en estudio:

El promedio de los dos **cuadrados conectados** en la muestra es:

$$\bar{y}_P = \frac{338}{573} = 0,590$$

La probabilidad de que un estudiante haya estudiado en colegio público es:

$$q = P(U = 1) = 0,600$$

La probabilidad de que un estudiante opine que el servicio de la clínica es bueno es:

$$p = P(W = 1) = 0,280$$

$$\hat{\pi}_p = \frac{0,590 - 0,60(1 - 0,280)}{0,280} = 0,564$$

De este resultado se desprende que, la proporción de estudiantes que consumen alcohol con frecuencia, es de 0,5636.

VARIANZA

La varianza del estimador del MRNA del modelo paralelo, para “la proporción de estudiantes que consumen alcohol con frecuencia”, cuyo estimador se presenta en la ecuación (2.1), se obtiene con los valores siguientes:

$$n=573$$

$$p = P(W = 1) = 0,280$$

$$q = P(U = 1) = 0,60$$

$$\delta = 0,60(1 - 0,280) + 0,5636(0,280) = 0,5899$$

Luego,

$$Var(\hat{\pi}_p) = \frac{0,5898(1 - 0,5898)}{573(0,280)^2} = 0,00539$$

Luego el error estándar es igual a 0,073.

Un intervalo de confianza al 95% de confianza para π_p es:

$$\hat{\pi}_p \pm z_{1-\alpha/2} \sqrt{n\delta(1-\delta)/np}$$

$$LI = 0,564 - 1,96\sqrt{573(0,5899)(1 - 0,5899) / 573(0,280)} = 0,4200$$

$$LS = 0,564 + 1,96\sqrt{573(0,5899)(1 - 0,5899) / 573(0,280)} = 0,7077$$

Luego el intervalo de confianza al 95% de confianza para π_p

es $[0,4200; 0,7077]$.

Variante del Modelo Paralelo

En el anexo 3, se muestra el resultado de la encuesta a la pregunta delicada:

Sea $\hat{\pi}_p$ el estimador de la variante del modelo paralelo de respuesta no aleatorizada para la “proporción de estudiantes que consumen alcohol con frecuencia”, cuyo estimador fue desarrollado en el capítulo anterior (Ver 2.10):

Luego para el caso en estudio:

La probabilidad de que un estudiante opine que el servicio de la clínica es bueno es:

$$p = P(W = 1) = 0,280$$

El número de entrevistados que marcaron el triángulo es:

$$n_2 = 158$$

$$n = 573$$

$$\hat{\pi}_V = 1 - \frac{158}{573(0,280)} = 0,015$$

De este resultado se desprende que, la prevalencia de vida en sexos de los alumnos fue de 0,015.

VARIANZA

La varianza del estimador del MRNA de la variante del modelo paralelo, para “la proporción de estudiantes que consumen alcohol con frecuencia”, (ver 2.13), se obtiene con los valores siguientes:

$$n = 573$$

$$\hat{\pi}_V = 0,015$$

$$p = P(W = 1) = 0,280$$

$$nVar(\hat{\pi}_V) = \pi(1-\pi) + \frac{(1-p)(1-\pi)}{p}$$

Luego,

$$\hat{Var}(\hat{\pi}_V) = \frac{0,015(1-0,015)}{573} + \frac{(1-0,280)(1-0,015)}{(573)0,280} = 0,00445$$

Luego el error estándar es igual a 0,067

Un intervalo de confianza al 95% de confianza para π_V (Ver ecuación 2.16)

es $[-0,1155; 0,1459]$.

$$LI = 0,015 - 1,96\sqrt{0,0044} = -0,1155$$

$$LS = 0,015 + 1,96\sqrt{0,0044} = 0,1459$$

Método convencional

Estimador convencional

Sea $\hat{\pi}_D$ el estimador del método convencional para la “Proporción de estudiantes que consumen alcohol con frecuencia”; cuyo estimador es:

$$\hat{\pi}_D = \frac{a}{n} = \frac{124}{573} = 0,2164$$

a: es el número de entrevistados que respondieron “SI”

De este resultado se desprende que, la proporción de estudiantes que consumen alcohol con frecuencia fue de 0,2164.

VARIANZA

Sea $V(\hat{\pi}_D)$ la varianza del estimador del método convencional para la “Proporción de estudiantes que consumen alcohol”:

$$V(\hat{\pi}_D) = \frac{pq}{n-1} \left(1 - \frac{n}{N}\right)$$

Luego para el caso,

$$N=1544$$

$$n=573$$

$$p=0,216$$

$$q=1-p=1-0,216=0,784$$

$$V(\hat{\pi}_D) = \frac{0,216(0,784)}{573-1} \left(1 - \frac{573}{1544}\right) = 0,00019$$

Luego el error estándar es igual a 0,014.

Un intervalo de confianza al 95% para la proporción π_D (Proporción de estudiantes que consumen alcohol) resulta (Cochran, 1977):

$$\pi_D \in [0,1905; 0,2440].$$

$$\hat{\pi}_D \pm Z_{1-\alpha/2} \sqrt{1 - \frac{n}{N} \sqrt{\frac{pq}{n-1}} + \frac{1}{2n}}$$

$$LI = 0,216 - 1,96 \sqrt{1 - \frac{573}{1544} \sqrt{\frac{0,216(1-0,216)}{573-1}} + \frac{1}{2(573)}} = 0,1905$$

$$LS = 0,216 + 1,96 \sqrt{1 - \frac{573}{1544} \sqrt{\frac{0,216(1-0,216)}{573-1}} + \frac{1}{2(573)}} = 0,2440$$

4) Proporción de alumnos que han copiado en los exámenes por lo menos una vez

Modelo Paralelo

En el anexo 2, se muestra el resultado de la encuesta a la pregunta sensible:

Sea $\hat{\pi}_P$ el estimador del modelo paralelo de respuesta no aleatorizada para la “Proporción de alumnos que han copiado en los exámenes por lo menos una vez” cuyo estimador fue desarrollado en el capítulo anterior (ver ecuación 2.2):

Luego para el caso en estudio:

El promedio de los dos **cuadrados conectados** en la muestra es:

$$\bar{y}_P = \frac{261}{573} = 0,455$$

La probabilidad de que un estudiante opine que el servicio del comedor es bueno es:

$$q = P(U = 1) = 0,511$$

La probabilidad de que un estudiante opine que le guste estudiar solo es:

$$p = P(W = 1) = 0,220$$

$$\hat{\pi}_P = \frac{0,455 - 0,511(1 - 0,220)}{0,220} = 0,259$$

De este resultado se desprende que, la proporción de alumnos que han copiado en los exámenes por lo menos una vez, es de 0,259.

VARIANZA

La varianza del estimador del MRNA del modelo paralelo, para “la proporción de estudiantes que han copiado en los exámenes por lo menos una vez”, cuyo estimador se presenta en la ecuación (2.2), se obtiene con los valores siguientes:

$$n=573$$

$$p = P(W = 1) = 0,220$$

$$q = P(U = 1) = 0,511$$

$$\delta = 0,511(1 - 0,220) + 0,2565(0,220) = 0,4555$$

Luego,

$$Var(\hat{\pi}_p) = \frac{0,4555(1-0,4555)}{573(0,220)^2} = 0,00894$$

Luego el error estándar es igual a 0,095.

Un intervalo de confianza al 95% de confianza para π_p es:

$$\hat{\pi}_p \pm z_{1-\alpha/2} \sqrt{n\delta(1-\delta)/np}$$

$$LI = 0,259 - 1,96 \sqrt{573(0,4555)(1-0,4555) / 573(0,220)} = 0,0734$$

$$LS = 0,259 + 1,96 \sqrt{573(0,4555)(1-0,4555)S / 573(0,220)} = 0,4441$$

Un intervalo de confianza al 95% de confianza para π_p es:

[0,0734; 0,4441].

Variante del Modelo Paralelo

En el anexo 3, se muestra el resultado de la encuesta a la pregunta sensible:

Sea $\hat{\pi}_p$ es el estimador de la variante del modelo paralelo de respuesta no aleatorizada para la “Proporción de alumnos que han copiado en los exámenes por lo menos una vez”, cuyo estimador fue desarrollado en el capítulo anterior (Ver ecuación 2.10):

Luego para el caso en estudio:

La probabilidad de que un estudiante trabaje actualmente es:

$$p = P(W = 1) = 0,220$$

El número de entrevistados que **marcaron el triángulo** es:

$$n_2 = 122$$

$$n = 573$$

$$\hat{\pi}_v = 1 - \frac{122}{573(0,220)} = 0,032$$

De este resultado se desprende que, la proporción de alumnos que han copiado en los exámenes por lo menos una vez fue de 0,032.

VARIANZA

La varianza del estimador del MRNA de la variante del modelo paralelo, para “la proporción de alumnos que han copiado en los exámenes por lo menos una vez”, (ver 2.13), se obtiene con los valores siguientes:

$$n=573$$

$$\hat{\pi}_V = 0,032$$

$$p = P(W = 1) = 0,220$$

$$nVar(\hat{\pi}_V) = \pi(1-\pi) + \frac{(1-p)(1-\pi)}{p}$$

Luego,

$$\hat{Var}(\hat{\pi}_V) = \frac{0,032(1-0,032)}{573} + \frac{(1-0,220)(1-0,032)}{(573)0,220} = 0,00604$$

Luego el error estándar es igual a 0,078

Un intervalo de confianza al 95% de confianza para π_V

es $[-0,1201; 0,1846]$.

$$LI = 0,032 - 1,96\sqrt{0,00604} = -0,1201$$

$$LS = 0,032 + 1,96\sqrt{0,00604} = 0,1846$$

Método convencional

Estimador convencional

Sea $\hat{\pi}_D$ el estimador del método convencional para la “proporción de alumnos que han copiado en los exámenes por lo menos una vez”; cuyo estimador es:

$$\hat{\pi}_D = \frac{a}{n} = \frac{332}{573} = 0,579$$

a: es el número de entrevistados que respondieron “SI”

De este resultado se desprende que, la proporción de estudiantes que han copiado en los exámenes por lo menos una vez fue de 0,579.

VARIANZA

Sea $V(\hat{\pi}_D)$ la varianza del estimador del método convencional para la “la proporción de estudiantes que han copiado en los exámenes por lo menos una vez”:

$$V(\hat{\pi}_D) = \frac{pq}{n-1} \left(1 - \frac{n}{N}\right)$$

Luego para el caso,

$$N=1544$$

$$n=573$$

$$p=0,579$$

$$q=1-p=1-0,579=0,421$$

$$V(\hat{\pi}_D) = \frac{0,579(0,421)}{573-1} \left(1 - \frac{573}{1544}\right) = 0,00027$$

Luego el error estándar es igual a 0,016.

Un intervalo de confianza al 95% para la proporción π_D (Proporción de estudiantes que han copiado en los exámenes por lo menos una vez) resulta (Cochran, 1977):

$$\hat{\pi}_D \pm Z_{1-\alpha/2} \sqrt{1 - \frac{n}{N} \sqrt{\frac{pq}{n-1}} + \frac{1}{2n}}$$

$$LI = 0,579 - 1,96 \sqrt{1 - \frac{573}{1544} \sqrt{\frac{0,579(1-0,579)}{573-1}} + \frac{1}{2(573)}} = 0,5482$$

$$LS = 0,579 + 1,96 \sqrt{1 - \frac{573}{1544} \sqrt{\frac{0,579(1-0,579)}{573-1}} + \frac{1}{2(573)}} = 0,6124$$

$$\pi_D \in [0,5482; 0,6124].$$

Cuadro 3: Modelo de Respuesta No Aleatorizada y Método convencional según estimación de Prevalencia de vida en Drogas y el error estándar

Método empleado	Prevalencia de Drogas	Error estándar
MRNA Paralelo	29,90%	0,033
MRNA variante	21,29%	0,035
Método convencional	9,42%	0,010

Cuadro 4: Modelos de Respuesta No Aleatorizada y Método Convencional según la estimación de Prevalencia de Sexo y el error estándar

Método empleado	Prevalencia de sexo	Error estándar
MRNA Paralelo	0,61%	0,065
MRNA variante	40,55%	0,051
Método convencional	27,57%	0,015

Cuadro 5: Modelos de Respuesta No Aleatorizada y Método convencional según la estimación de Porcentaje de personas que consumen alcohol y el error estándar

Método empleado	Consumo alcohol	Error estándar
MRNA Paralelo	56,38%	0,073
MRNA variante	1,52%	0,067
Método convencional	21,64%	0,014

Cuadro 6: Modelos de Respuesta No Aleatorizada y Método convencional según la estimación de Porcentaje de personas que copian en los exámenes

Método empleado	Copia en exámenes	Error estándar
MRNA Paralelo	25,87%	0,095
MRNA variante	3,22%	0,078
Método convencional	57,94%	0,016

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. La aplicación del MRNA modelo paralelo y variante del modelo paralelo permitió poner en práctica una técnica de muestreo, que resulta eficiente en encuestas con preguntas delicadas.
2. La estimación de “Prevalencia de Consumo de drogas” utilizando El MRNA Paralelo es de 29,90%; y con el MRNA de la variante es de 21,29%; mientras con la Diseño de Entrevista Directa es de 9,42%, obteniéndose un mayor porcentaje con el modelo paralelo en relación a los otros dos modelos.
3. La estimación de “Prevalencia de sexo” utilizando MRNA del modelo paralelo es de 0,61%, y con la variante del modelo paralelo es de 40,55%; mientras que con el diseño de entrevista directa es de 27,57%; obteniéndose mayor porcentaje con la variante del modelo paralelo en relación a los otros dos modelos.
4. La estimación del “porcentaje de personas que consumen alcohol” utilizando el MRNA del modelo paralelo es de 56,38%; y con la variante del modelo paralelo es de 1,52%; mientras que con el Diseño de Entrevista Directa es de 21,64%; obteniéndose un mayor porcentaje con el Modelo Paralelo.
5. La estimación del “Porcentaje de personas que copian en los exámenes” utilizando el MRNA del modelo paralelo es de 25,87%; y con la variante del modelo paralelo es de 3,22%; mientras que con el diseño de entrevista directa es de 57,94%; obteniéndose un mayor porcentaje con el método de entrevista directa; la justificación de este resultado sería que la pregunta no es muy sensible.
6. Las desventajas del MRNA está en el hecho de que los gastos en la capacitación de los entrevistadores (el entrenamiento en la técnica) y el tiempo que requiere la entrevista para explicar la técnica al entrevistado es más alta con respecto al método tradicional.
7. Se recomienda seguir experimentando estos modelos, en muestras más grandes y en temas en donde la pregunta sea efectivamente altamente sensible o muy comprometedor.

8. Estos modelos también se podrían implementar utilizando la inferencia estadística bayesiana.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERENCIAS

- Agresti, A., & Coull, B. A. (1988). Approximate is better than “exact” for interval estimation of binomial proportions . *The American Statistician*, 52, 119–126.
- Brown, L. D., Cai, T. T., & DasGupta, A. (2001). Interval estimation for a binomial proportion . *Statistical Science* , 16, 101–133.
- Clopper, C. J., & Pearson, E. S. (1934). The use of confidence or fiducial limits illustrated in the case of binomial. *Biometrika* 26,, 404-413.
- Cochran, W. G. (1977). *Sampling Techniques*. New York: Jhon Wiley & Sons.
- Fox, J. A., & Tracy, P. E. (1986). *Randomized response : a method for sensitive surveys*. California: Sage Publications.
- Monto, M. A. (2001). Prostitution and fellatio. *The Journal of Sex Research*, 38(2), 140-145.
- Newcombe, R. G. (1998). Improved confidence intervals for the difference between binomial proportions based on paired data . *Statistics in Medicine* , 17, 2635–2650.
- Takahasi, K., & Sakasegawa, H. (1977). A randomized response technique without making use of any randomizing device. *Annals of the Institute of Statistical Mathematics*, 29,1-8.
- Tan, M., Tian, G. L., & Tang, M. L. (2009). Sample surveys with sensitive questions: a non-randomized response approach. *The American Statistician* , 63, 9–16.
- Tang, M. L., Tian, G. L., Tang, N. S., & Liu, Z. Q. (2009). A new non-randomized multi-category response model for surveys with a single sensitive question: design and analysis. *Journal of the Korean Statistical Society* 38, 339–349., 38, 339–349.
- Tian, G. L., & Liu, Y. (2013). A variant of the parallel model for sample surveys with. *Computational Statistics and Data Analysis*, 115-135.
- Tian, G. L., & Liu, Y. (2014). Sample size determination for the parallel model in a survey. *Journal of the Korean Statistical Society*, 235-249.
- Tian, G. L., Tang, M. L., Liu, Z. Q., Tan, M., & Tang, N. S. (2011). Sample size determination for the non-randomized triangular model for sensitive questions in a survey . *Statistical Methods in Medicine Research*, 20, 159-173.
- Tian, G. L., Yu, J. W., Tang, M. L., & Geng, Z. (2007b). A new non-randomized model for analyzing sensitive questions with binary outcomes . *Statistics in Medicine*, 26,4238-4252.
- Warner, S. L. (1965). *Randomized response: a survey technique for eliminating evasive answer bias*. (Vol. 60).

Yu, J. W., Tian, G. L., & Tang, M. L. (2008). Two new models for survey sampling with sensitive characteristic: design and analysis . *Metrika*, 67, 251–263.

ANEXO

Anexo 1: Estimación de π utilizando el método de máxima verosimilitud en el modelo paralelo

La función de máxima verosimilitud para el modelo paralelo es:

$$L_p(\pi | Y_{obs}) = \prod_{i=1}^n [q(1-p) + \pi p]^{y_i^p} [(1-q)(1-p) + (1-\pi)p]^{1-y_i^p}$$

$$L_p(\pi | Y_{obs}) = [q(1-p) + \pi p]^{\sum y_i^p} [(1-q)(1-p) + (1-\pi)p]^{\sum (1-y_i^p)}$$

y aplicando la función logaritmo natural se tiene que:

$$\begin{aligned} \ell_p(\pi | Y_{obs}) &= \ln[L_p(\pi | Y_{obs})] = \sum y_i^p \ln[q(1-p) + \pi p] \\ &\quad + (n - \sum y_i^p) \ln[(1-q)(1-p) + (1-\pi)p] \end{aligned}$$

Derivando con respecto al parámetro π e igualando a cero, tenemos:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \ell_p(\pi | Y_{obs})}{\partial \pi} &= \sum y_i^p \frac{p}{q(1-p) + \pi p} + (n - \sum y_i^p) \frac{-p}{(1-q)(1-p) + (1-\pi)p} \\ \frac{\partial \ell_p(\pi | Y_{obs})}{\partial \pi} &= \frac{p[(1-q)(1-p) + (1-\pi)p] \sum y_i^p - p[q(1-p) + \pi p](n - \sum y_i^p)}{[q(1-p) + \pi p][(1-q)(1-p) + (1-\pi)p]} \\ \frac{\partial \ell_p(\pi | Y_{obs})}{\partial \pi} &= \frac{p[(1-q)(1-p) + (1-\pi)p] \sum y_i^p + p[q(1-p) + \pi p](\sum y_i^p - n)}{[q(1-p) + \pi p][(1-q)(1-p) + (1-\pi)p]} \\ \frac{\partial \ell_p(\pi | Y_{obs})}{\partial \pi} &= \frac{p[(1-q)(1-p) + (1-\pi)p] \sum y_i^p + p[q(1-p) + \pi p] \sum y_i^p - np[q(1-p) + \pi p]}{[q(1-p) + \pi p][(1-q)(1-p) + (1-\pi)p]} \\ \frac{\partial \ell_p(\pi | Y_{obs})}{\partial \pi} &= \frac{\{p[(1-q)(1-p) + (1-\pi)p] + p[q(1-p) + \pi p]\} \sum y_i^p - np[q(1-p) + \pi p]}{[q(1-p) + \pi p][(1-q)(1-p) + (1-\pi)p]} \\ \frac{\partial \ell_p(\pi | Y_{obs})}{\partial \pi} &= \frac{\{p[1 - q - q(1-p) + q - \pi p] + p[q(1-p) + \pi p]\} \sum y_i^p - np[q(1-p) + \pi p]}{[q(1-p) + \pi p][(1-q)(1-p) + (1-\pi)p]} \\ \frac{\partial \ell_p(\pi | Y_{obs})}{\partial \pi} &= \frac{p \sum y_i^p - np[q(1-p) + \pi p]}{[q(1-p) + \pi p][(1-q)(1-p) + (1-\pi)p]} = 0, \text{ si y solo si} \\ \frac{\partial \ell_p(\pi | Y_{obs})}{\partial \pi} &= p \sum y_i^p - np[q(1-p) + \pi p] = 0, \text{ dividiendo entre np} \\ \frac{\partial \ell_p(\pi | Y_{obs})}{\partial \pi} &= \frac{1}{n} \sum y_i^p - [q(1-p) + \pi p] = 0, \\ \frac{1}{n} \sum y_i^p - q(1-p) &= \pi p, \text{ y despejando } \pi \text{ se tiene } \hat{\pi}_p = \frac{\bar{y}^p - q(1-p)}{p} \end{aligned}$$

L.Q.Q.D.

Anexo 2: Resultados de la encuesta del Modelo Paralelo

Nro.	E.A.P.	Pregunta 5		Pregunta 6		Pregunta 7		Pregunta 8	
		CIRCULO = 0	CUADRADO = 1	CIRCULO = 0	CUADRADO = 1	CIRCULO = 0	CUADRADO = 1	CIRCULO = 0	CUADRADO = 1
1	Computación	0			1		1	0	
2	Computación		1		1	0		0	
3	Computación		1		1	0		0	
4	Computación	0			1		1	0	
5	Computación	0		0			1	0	
6	Computación		1		1		1	0	
7	Computación	0		0		0		0	
8	Computación		1	0		0		0	
9	Computación	0			1	0		0	
10	Computación	0		0			1	0	
11	Computación	0			1	0		0	
12	Computación	0			1	0			1
13	Computación		1	1		1			1
14	Computación		1		1	0			1
15	Computación		1		1	0			1
16	Computación		1	0		0		0	
17	Computación	0			1		1		1
18	Computación	0		0			1	0	
19	Computación	0			1		1		1
20	Computación		1	0			1		1
21	Computación	0			1		1	0	
22	Computación		1		1	0			1
23	Computación	0			1		1		1
24	Computación	0			1		1		1
25	Computación	0		0			1	0	
26	Computación		1		1		1		1
27	Computación	0		0		0		0	
28	Computación		1		1	0		0	
29	Computación	0			1		1		1
30	Computación	0		0			1	0	
31	Computación	0			1	0		0	
32	Computación	0		0		0			1
33	Computación	0		0		0		0	
34	Computación	0			1		1		1
35	Computación		1	0			1	0	

36	Computación	0		0		0		0	
37	Computación		1	0		0			1
38	Computación		1		1		1		1
39	Computación	0		0			1	0	
40	Computación	0		0		0		0	
41	Computación	0		0		0		0	
42	Computación	0		0			1		1
43	Computación	0			1		1	0	
44	Computación		1		1		1		1
45	Computación	0		0		0		0	
46	Computación		1	0			1	0	
47	Computación	0		0			1		1
48	Computación	0		0			1	0	
49	Computación		1		1		1		1
50	Computación		1		1		1		1
51	Computación	0		0		0		0	
52	Computación	0			1	0		0	
53	Computación		1	0		0		0	
54	Computación	0		0		0		0	
55	Computación	0			1	0		0	
56	Computación	0		0			1	0	
57	Computación		1	0			1	0	
58	Computación	0		0		0			1
59	Computación		1		1		1		1
60	Computación		1	0			1		1
61	Computación	1		1			1		1
62	Computación	0		0		0			1
63	Computación	0		0		0			1
64	Computación		1		1		1	0	
65	Computación	0		0			1		1
66	Computación		1		1		1		1
67	Computación	0		0		0		0	
68	Computación	0			1		1	0	
69	Computación	0		0		0		0	
70	Computación	0		0			1		1
71	Computación	0		0			1	0	
72	Computación	0		0			1		1
73	Computación	0			1	0		0	
74	Computación	0			1	0		0	
75	Computación	0			1		1	0	
76	Computación	0			1		1	0	
77	Computación		1		1		1	0	
78	Computación	0		0			1	0	
79	Computación		1		1	0			1
80	Computación	0		0		0			1

81	Computación	0		0			1		1
82	Computación		1	0			1		1
83	Computación	0			1		1	0	
84	Computación	0			1		1		1
85	Computación		1		1		1	0	
86	Computación		1	0			1		1
87	Computación	0		0			1	0	
88	Computación	0			1	0			1
89	Computación	0			1	0		0	
90	Computación		1		1		1	0	
91	Computación		1		1		1		1
92	Computación		1		1		1		1
93	Computación	0		0		0			1
94	Computación	0		0		0			1
95	Computación	0			1		1	0	
96	Computación		1		1	0			1
97	Computación		1		1	0			1
98	Computación	0		0			1	0	
99	Computación	0			1		1		1
100	Computación		1		1		1	0	
101	Computación	0			1		1	0	
102	Computación	0		0			1	0	
103	Computación	0		0		0		0	
104	Computación	0			1		1		1
105	Computación	0		0		0		0	
106	Computación		1	0			1	0	
107	Computación		1		1	0			1
108	Computación	0		0		0		0	
109	Computación		1		1	0			1
110	Computación		1		1		1		1
111	Computación	0		0		0		0	
112	Computación		1	0		0		0	
113	Computación	0			1	0		0	
114	Computación	0		0		0		0	
115	Computación	0			1		1	0	
116	Computación	0			1		1		1
117	Estadística	0			1	0		0	
118	Estadística	0			1	0			1
119	Estadística	0		0		0		0	
120	Estadística	0			1		1		1
121	Estadística	0			1		1	0	
122	Estadística	0		0			1	0	
123	Estadística	0		0			1	0	
124	Estadística	0		0			1	0	
125	Estadística	0		0		0		0	

126	Estadística	0		0			1		1
127	Estadística		1	0			1		1
128	Estadística		1	0		0		0	
129	Estadística	0		0		0		0	
130	Estadística		1		1	0		0	
131	Estadística	0		0		0		0	
132	Estadística	0			1		1		1
133	Estadística	0			1		1		1
134	Estadística	0			1	0			1
135	Estadística	0			1		1	0	
136	Estadística	0			1	0			1
137	Estadística	0			1		1	0	
138	Estadística	0		0			1	0	
139	Estadística	0		0			1	0	
140	Estadística	0		0		0			1
141	Estadística		1	0			1	0	
142	Estadística	0		0			1		1
143	Estadística	0			1		1		1
144	Estadística	0		0			1	0	
145	Estadística	0		0		0			1
146	Estadística		1	0			1	0	
147	Estadística		1		1		1	0	
148	Estadística	0		0		0		0	
149	Estadística	0		0			1	0	
150	Estadística	0			1		1	0	
151	Estadística		1	0		0			1
152	Estadística	0		0		0		0	
153	Estadística	0		0			1		1
154	Estadística	0		0		0		0	
155	Estadística	0		0			1	0	
156	Estadística	0		0		0		0	
157	Estadística	0		0		0			1
158	Estadística		1		1		1		1
159	Estadística	0			1			0	
160	Estadística	0		0		0		0	
161	Estadística	0		0		0			1
162	Estadística		1	0			1		1
163	Estadística	0		0		0		0	
164	Estadística	0			1		1	0	
165	Estadística	0			1		1	0	
166	Estadística	0			1	0			1
167	Estadística	0		0			1	0	
168	Estadística	0			1		1	0	
169	Estadística		1	0			1		1
170	Estadística	0		0		0		0	

171	Estadística		1		1		1		1
172	Estadística	0			1	1			1
173	Estadística		1	0		0		0	
174	Estadística		1	0			1	0	
175	Estadística		1		1		1		1
176	Estadística	0		0		0			1
177	Estadística		1		1		1		1
178	Estadística	0			1		1	0	
179	Estadística		1	0			1	0	
180	Estadística	0		0			1	0	
181	Estadística	0			1		1	0	
182	Estadística	0		0		0			1
183	Estadística	0		0		0		0	
184	Estadística	0			1		1		1
185	Estadística	0		0		0			1
186	Estadística	0			1	0			1
187	Estadística	0		0			1		1
188	Estadística		1	0			1		1
189	Estadística		1		1	0			1
190	Estadística		1		1		1		1
191	Estadística	0		0		0			1
192	Estadística		1		1	0			1
193	Estadística		1	0			1	0	
194	Estadística	0			1		1		1
195	Estadística	0		0		0		0	
196	Estadística	0		0		0		0	
197	Estadística	0		0			1		1
198	Estadística	0		0			1	0	
199	Estadística	0		0		0			1
200	Estadística	0		0		0			1
201	Estadística		1	0		0		0	
202	Estadística	0		0			1	0	
203	Estadística	0		0			1		1
204	Estadística	0		0		0		0	
205	Estadística		1	0		0		0	
206	Estadística		1	0		0		0	
207	Estadística	0		0			1	0	
208	Estadística	0		0		0		0	
209	Estadística		1		1		1		1
210	Estadística	0		0		0			1
211	Estadística	0			1		1	0	
212	Estadística	0			1		1	0	
213	Estadística		1	0			1	0	
214	Estadística	0		0		0			1
215	Estadística		1	0			1		1

216	Estadística		1	0			1		1
217	Estadística	0		0			1		1
218	Inv. Operativa	0		0		0		0	
219	Inv. Operativa	0		0			1	0	
220	Inv. Operativa	0		0			1		1
221	Inv. Operativa	0		0		0		0	
222	Inv. Operativa	0		0		0			1
223	Inv. Operativa	0		0			1		1
224	Inv. Operativa	0		0		0		0	
225	Inv. Operativa	0		0		0		0	
226	Inv. Operativa		1		1		1		1
227	Inv. Operativa	0		0		0			1
228	Inv. Operativa	0			1	1			1
229	Inv. Operativa	0		0			1	0	
230	Inv. Operativa	0		0			1	0	
231	Inv. Operativa	0		0			1	0	
232	Inv. Operativa	0			1	0		0	
233	Inv. Operativa	0		0		0		0	
234	Inv. Operativa	0			1	0			1
235	Inv. Operativa	0		0		0			1
236	Inv. Operativa	0		0		0			1
237	Inv. Operativa	0		0			1		1
238	Inv. Operativa	0		0		0		0	
239	Inv. Operativa	0			1		1	0	
240	Inv. Operativa	0			1		1	0	
241	Inv. Operativa	0			1		1		1
242	Inv. Operativa	0			1		1		1
243	Inv. Operativa	0		0			1	0	
244	Inv. Operativa	0			1	0		0	
245	Inv. Operativa		1		1		1		1
246	Inv. Operativa	0			1		1		1
247	Inv. Operativa	0			1		1		1
248	Inv. Operativa	0			1		1	0	
249	Inv. Operativa	0			1		1		1
250	Inv. Operativa		1	0			1	0	
251	Inv. Operativa	0		0		0		0	
252	Inv. Operativa		1		1		1		1
253	Inv. Operativa	0		0		0		0	
254	Inv. Operativa	0		0		0		0	
255	Inv. Operativa		1	0		0			1
256	Inv. Operativa	0		0			1		1
257	Inv. Operativa	0		0			1	0	
258	Inv. Operativa		1	0			1	0	
259	Inv. Operativa	0		0			1		1
260	Inv. Operativa	0		0		0			1

261	Inv. Operativa		1		1		1		1
262	Inv. Operativa	0		0		0			1
263	Inv. Operativa	0		0		0		0	
264	Inv. Operativa	0		0			1		1
265	Inv. Operativa	0		0		0			1
266	Inv. Operativa	0			1		1	0	
267	Inv. Operativa		1		1	0		0	
268	Inv. Operativa	0		0		0		0	
269	Inv. Operativa	0			1		1	0	
270	Inv. Operativa		1	0			1	0	
271	Inv. Operativa	0		0		0			1
272	Inv. Operativa	0		0		0			1
273	Inv. Operativa		1	0			1		1
274	Inv. Operativa	0		0			1	0	
275	Inv. Operativa	0			1		1		1
276	Inv. Operativa		1		1		1		1
277	Inv. Operativa		1		1		1		1
278	Inv. Operativa	0			1		1	0	
279	Inv. Operativa	0			1		1		1
280	Inv. Operativa	0			1	0		0	
281	Inv. Operativa	0			1	0		0	
282	Inv. Operativa	0		0		0		0	
283	Inv. Operativa	0			1	1			1
284	Inv. Operativa	0		0			1	0	
285	Inv. Operativa	0		0			1	0	
286	Inv. Operativa		1	0			1	0	
287	Inv. Operativa	0		0		0		0	
288	Inv. Operativa	0		0		0		0	
289	Inv. Operativa	0		0		0			1
290	Inv. Operativa	0		0		0		0	
291	Inv. Operativa	0		0		0		0	
292	Inv. Operativa		1		1		1		1
293	Inv. Operativa	0		0			1	0	
294	Inv. Operativa	0		0			1	0	
295	Inv. Operativa	0			1		1		1
296	Inv. Operativa	0			1		1		1
297	Inv. Operativa		1	0			1	0	
298	Inv. Operativa	0			1				1
299	Inv. Operativa	0		0		0			1
300	Inv. Operativa	0		0		0		0	
301	Inv. Operativa	0		0		0			1
302	Inv. Operativa	0			1		1		1
303	Inv. Operativa	0			1	0			1
304	Inv. Operativa	0		0			1	0	
305	Inv. Operativa	0		0			1	0	

306	Inv. Operativa		1	0			1		1
307	Inv. Operativa	0		0			1		1
308	Inv. Operativa		1	0			1	0	
309	Inv. Operativa		1	0			1		1
310	Inv. Operativa	0		0			1	0	
311	Inv. Operativa	0		0			1	0	
312	Inv. Operativa		1		1		1	0	
313	Inv. Operativa	0			1		1	0	
314	Inv. Operativa		1		1		1		1
315	Inv. Operativa	0		0		0		0	
316	Inv. Operativa	0		0		0		0	
317	Inv. Operativa	0		0		0		0	
318	Inv. Operativa		1	0			1		1
319	Inv. Operativa	0		0		0		0	
320	Inv. Operativa	0		0			1	0	
321	Inv. Operativa	0		0			1	0	
322	Inv. Operativa	0		0		0		0	
323	Inv. Operativa	0		0			1	0	
324	Inv. Operativa	0		0		0		0	
325	Inv. Operativa	0		0		0		0	
326	Inv. Operativa	0			1		1	0	
327	Inv. Operativa	0		0		0			1
328	Inv. Operativa	0		0			1	0	
329	Inv. Operativa	0		0			1		1
330	Inv. Operativa	0		0			1	0	
331	Inv. Operativa	0			1		1		1
332	Inv. Operativa	0		0		0		0	
333	Inv. Operativa	0			1	0		0	
334	Inv. Operativa	0			1		1	0	
335	Inv. Operativa	0			1	0		0	
336	Inv. Operativa	0			1	0		0	
337	Inv. Operativa	0		0		0		0	
338	Inv. Operativa		1	0			1	0	
339	Inv. Operativa		1	0			1	0	
340	Inv. Operativa	0		0			1		1
341	Inv. Operativa	0		0		0			1
342	Inv. Operativa		1	0			1	0	
343	Inv. Operativa	0		0		0		0	
344	Inv. Operativa		1	0		0		0	
345	Inv. Operativa	0		0		0		0	
346	Inv. Operativa		1		1		1	0	
347	Inv. Operativa		1		1		1		1
348	Inv. Operativa	0		0		0			1
349	Inv. Operativa	0		0		0			1
350	Inv. Operativa		1		1	0			1

351	Inv. Operativa	0		0			1		1
352	Inv. Operativa	0			1	0			1
353	Inv. Operativa	0		0		0		0	
354	Inv. Operativa		1		1		1		1
355	Inv. Operativa		1		1		1		1
356	Inv. Operativa		1	0			1	0	
357	Inv. Operativa		1		1	0		0	
358	Inv. Operativa	0		0		0		0	
359	Inv. Operativa	0		0			1		1
360	Inv. Operativa	0		0			1	0	
361	Inv. Operativa	0		0			1	0	
362	Inv. Operativa	0		0			1	0	
363	Inv. Operativa	0		0		0		0	
364	Inv. Operativa		1		1		1	0	
365	Inv. Operativa	0		0			1	0	
366	Inv. Operativa		1		1		1		1
367	Inv. Operativa	0			1		1		1
368	Inv. Operativa	0		0			1	0	
369	Inv. Operativa	0		0		0		0	
370	Inv. Operativa		1	0			1		1
371	Inv. Operativa	0		0		0		0	
372	Inv. Operativa		1	0			1	0	
373	Inv. Operativa	0		0		0		0	
374	Inv. Operativa		1		1		1		1
375	Inv. Operativa	0			1	0			1
376	Inv. Operativa	0		0		0			1
377	Inv. Operativa		1		1		1		1
378	Inv. Operativa	0			1	0			1
379	Inv. Operativa	0			1		1		1
380	Inv. Operativa		1		1		1		1
381	Inv. Operativa		1		1	0		0	
382	Inv. Operativa	0			1		1		1
383	Inv. Operativa	0		0			1		1
384	Inv. Operativa	0		0			1		1
385	Inv. Operativa		1		1		1		1
386	Inv. Operativa	0		0		0			1
387	Inv. Operativa		1		1		1		1
388	Inv. Operativa		1	0			1	0	
389	Inv. Operativa	0		0			1	0	
390	Inv. Operativa		1		1		1		1
391	Inv. Operativa	0			1	0			1
392	Inv. Operativa	0		0			1	0	
393	Matemática		1		1	0		0	
394	Matemática	0			1	0			1
395	Matemática	0		0			1		1

396	Matemática	0		0		0		0	
397	Matemática	0		0			1		1
398	Matemática	0		0		0			1
399	Matemática	0		0			1	0	
400	Matemática	0			1		1	0	
401	Matemática	0			1		1		1
402	Matemática	0			1		1	0	
403	Matemática	0		0			1	0	
404	Matemática	0		0			1	0	
405	Matemática	0		0		0			1
406	Matemática	0			1		1		1
407	Matemática	0			1	0			1
408	Matemática	0		0			1		1
409	Matemática	0		0		0		0	
410	Matemática	0			1		1	0	
411	Matemática	0			1		1	0	
412	Matemática	0		0			1		1
413	Matemática	0			1		1	0	
414	Matemática	0		0			1		1
415	Matemática	0			1	0		0	
416	Matemática	0			1	0			1
417	Matemática		0	0		0			1
418	Matemática	0		0			1	0	
419	Matemática		1		1		1		1
420	Matemática	0			1	0			1
421	Matemática		1		1		1	0	
422	Matemática	0			1		1	0	
423	Matemática		1		1		1		1
424	Matemática		1		1		1		1
425	Matemática	0			1		1		1
426	Matemática		1		1		1		1
427	Matemática	0		0		0		0	
428	Matemática		1		1		1	0	
429	Matemática	0			1		1	0	
430	Matemática	0		0		0		0	
431	Matemática	0		0			1		1
432	Matemática	0		0		0		0	
433	Matemática		1	0			1		1
434	Matemática	0		0		0		0	
435	Matemática	0			1		1		1
436	Matemática		1	0			1	0	
437	Matemática	0		0			1	0	
438	Matemática	0			1	0		0	
439	Matemática	0			1		1	0	
440	Matemática	0		0			1		1

441	Matemática		1	0			1		1
442	Matemática		1		1		1	0	
443	Matemática		1	0			1		1
444	Matemática	0		0		0			1
445	Matemática	0			1		1	0	
446	Matemática		1		1	0			1
447	Matemática	0			1		1	0	
448	Matemática		1	0			1		1
449	Matemática	0			1		1	0	
450	Matemática	0			1		1		1
451	Matemática	0		0			1		1
452	Matemática		1	0			1	0	
453	Matemática	0		0		0			1
454	Matemática		1		1	0			1
455	Matemática	0			1	0		0	
456	Matemática	0		0		0		0	
457	Matemática	0			1		1	0	
458	Matemática	0		0			1		1
459	Matemática	0		0			1		1
460	Matemática	0		0			1	0	
461	Matemática	0		0		0		0	
462	Matemática	0		0		0		0	
463	Matemática	0			1	0			1
464	Matemática	0			1		1	0	
465	Matemática	0			1	0		0	
466	Matemática	0		0			1	0	
467	Matemática	0			1	0		0	
468	Matemática	0			1	0		0	
469	Matemática	0		0			1	0	
470	Matemática	0			1		1		1
471	Matemática		1		1		1	0	
472	Matemática		1	0		0			1
473	Matemática		1		1		1		1
474	Matemática	0		0			1	0	
475	Matemática	0		0		0		0	
476	Matemática	0		0			1	0	
477	Matemática	0			1	0		0	
478	Matemática		1	0			1		1
479	Matemática		1	0		0		0	
480	Matemática		1		1		1		1
481	Matemática		1		1	0			1
482	Matemática	0			1	0			1
483	Matemática		1		1		1	0	
484	Matemática		1		1		1		1
485	Matemática	0		0			1		1

486	Matemática	0		0			1	0	
487	Matemática		1		1	0			1
488	Matemática	0			1		1		1
489	Matemática	0		0		0			1
490	Matemática		1		1	0			1
491	Matemática		1		1		1	0	
492	Matemática	0		0		0		0	
493	Matemática	0			1		1		1
494	Matemática	0			1	0		0	
495	Matemática		1		1		1	0	
496	Matemática	0		0			1	0	
497	Matemática		1		1		1		1
498	Matemática		1	0			1	0	
499	Matemática		1		1		1	0	
500	Matemática	0			1		1		1
501	Matemática	0			1		1	0	
502	Matemática		1		1		1		1
503	Matemática		1	0			1		1
504	Matemática	0			1		1		1
505	Matemática		1	0			1	0	
506	Matemática		1		1	0			1
507	Matemática		1		1	0			1
508	Matemática	0		0		0			1
509	Matemática	0		0		0		0	
510	Matemática		1	0		1			1
511	Matemática	0		0			1	0	
512	Matemática	0		0		0		0	
513	Matemática	0		0		0		0	
514	Matemática	0		0		0		0	
515	Matemática	0		0			1	0	
516	Matemática		1		1		1	0	
517	Matemática		1		1		1	0	
518	Matemática	0		0		0			1
519	Matemática	0			1		1		1
520	Matemática	0			1		1		1
521	Matemática	0			1		1	0	
522	Matemática		1		1		1	0	
523	Matemática		1		1	0			1
524	Matemática		1		1		1		1
525	Matemática		1	0			1	0	
526	Matemática	0			1		1		1
527	Matemática	0			1		1	0	
528	Matemática		1	0			1		1
529	Matemática	0			1	0			1
530	Matemática	0		0			1	0	

531	Matemática		1		1		1	0	
532	Matemática		1	0			1	0	
533	Matemática	0		0		0		0	
534	Matemática	0		0		0			1
535	Matemática	0		0		0			1
536	Matemática		1		1	0			1
537	Matemática	0			1	0			1
538	Matemática	0		0			1		1
539	Matemática		1		1		1	0	
540	Matemática		1		1		1		1
541	Matemática	0		0		0		0	
542	Matemática		1		1		1		1
543	Matemática	0		0		0			1
544	Matemática		1	0			1	0	
545	Matemática	0		0			1		1
546	Matemática	0			1		1	0	
547	Matemática	0			1		1	0	
548	Matemática		1		1	0		0	
549	Matemática	0			1		1		1
550	Matemática	0			1	0			1
551	Matemática		1		1		1		1
552	Matemática	0		0			1		1
553	Matemática	0		0			1	0	
554	Matemática	0		0			1	0	
555	Matemática	0		0		0		0	
556	Matemática	0			1	0			1
557	Matemática	0			1		1		1
558	Matemática	0			1		1	0	
559	Matemática	0			1		1	0	
560	Matemática		1		1		1	0	
561	Matemática	0			1	0		0	
562	Matemática		1		1		1	0	
563	Matemática	0			1		1	0	
564	Matemática		1	0			1		1
565	Matemática	0			1		1	0	
566	Matemática	0			1		1	0	
567	Matemática	0		0		0			1
568	Matemática		1	0			1	0	
569	Matemática		1	0		0			1
570	Matemática		1	0			1		1
571	Matemática		1	0			1		1
572	Matemática		1	0		0		0	
573	Matemática	0		0			1	0	

Anexo 3: Resultados de la encuesta de la variante del Modelo Paralelo

Nro.	E.A.P.	Pregunta 9			Pregunta 10			Pregunta 11			Pregunta 12		
		CIRCULO	CUADRADO	TRIANGULO	CIRCULO	CUADRADO	TRIANGULO	CIRCULO	CUADRADO	TRIANGULO	CIRCULO	CUADRADO	TRIANGULO
1	Computación			1		1			1				1
2	Computación			1			1			1			1
3	Computación		1		1				1		1		
4	Computación	1				1				1		1	
5	Computación	1			1			1			1		
6	Computación			1			1		1				1
7	Computación	1			1			1				1	
8	Computación		1				1	1					1
9	Computación	1				1			1		1		
10	Computación			1	1				1		1		
11	Computación	1				1			1		1		
12	Computación	1				1		1				1	
13	Computación		1			1			1			1	
14	Computación		1				1		1			1	
15	Computación		1			1			1			1	
16	Computación		1			1			1			1	
17	Computación	1				1			1		1		
18	Computación			1		1			1			1	
19	Computación	1				1			1			1	
20	Computación		1			1			1			1	
21	Computación			1		1			1				1
22	Computación			1		1			1			1	
23	Computación		1			1			1			1	
24	Computación		1			1			1			1	
25	Computación	1			1				1			1	
26	Computación		1			1			1			1	
27	Computación	1					1			1			1
28	Computación			1		1				1	1		
29	Computación	1				1			1				1
30	Computación			1	1				1			1	
31	Computación		1			1			1		1		
32	Computación			1			1			1	1		
33	Computación	1			1			1			1		
34	Computación		1			1			1			1	
35	Computación			1	1				1				1

36	Computación			1	1				1		1		
37	Computación		1			1			1			1	
38	Computación		1			1			1			1	
39	Computación			1	1					1	1		
40	Computación			1	1					1	1		
41	Computación	1			1			1					1
42	Computación			1	1				1			1	
43	Computación			1		1			1		1		
44	Computación		1			1			1			1	
45	Computación			1	1			1			1		
46	Computación		1			1			1		1		
47	Computación			1		1			1			1	
48	Computación			1	1				1		1		
49	Computación		1			1			1			1	
50	Computación		1			1			1			1	
51	Computación			1			1			1			1
52	Computación			1		1				1		1	
53	Computación		1				1			1	1		
54	Computación			1	1				1				1
55	Computación			1		1		1				1	
56	Computación			1		1			1		1		
57	Computación		1			1				1		1	
58	Computación			1	1				1			1	
59	Computación		1			1			1			1	
60	Computación		1			1		1			1		
61	Computación			1	1				1		1		
62	Computación			1		1		1				1	
63	Computación			1		1				1		1	
64	Computación			1			1			1			1
65	Computación			1	1				1			1	
66	Computación			1		1			1			1	
67	Computación	1			1					1			1
68	Computación			1		1		1			1		
69	Computación			1	1					1			1
70	Computación			1		1			1			1	
71	Computación	1				1			1			1	
72	Computación			1	1				1			1	
73	Computación			1		1				1		1	
74	Computación	1				1				1	1		
75	Computación			1		1				1		1	
76	Computación			1		1				1	1		
77	Computación		1			1			1			1	
78	Computación	1			1				1		1		
79	Computación		1			1			1			1	
80	Computación			1		1				1		1	

81	Computación			1		1			1			1	
82	Computación		1			1			1			1	
83	Computación			1		1			1		1		
84	Computación			1			1		1			1	
85	Computación		1			1			1			1	
86	Computación		1			1			1			1	
87	Computación			1	1					1	1		
88	Computación			1		1		1				1	
89	Computación			1		1		1				1	
90	Computación		1			1			1			1	
91	Computación		1			1			1			1	
92	Computación			1		1				1		1	
93	Computación			1		1				1		1	
94	Computación			1			1			1		1	
95	Computación		1			1			1				1
96	Computación			1		1			1			1	
97	Computación	1				1			1			1	
98	Computación			1	1				1			1	
99	Computación			1		1			1		1		
100	Computación			1		1			1			1	
101	Computación		1		1					1			1
102	Computación			1		1				1			1
103	Computación	1			1			1			1		
104	Computación		1			1			1			1	
105	Computación			1			1			1			1
106	Computación		1			1			1			1	
107	Computación			1		1				1		1	
108	Computación		1				1		1				1
109	Computación		1			1			1			1	
110	Computación		1			1			1			1	
111	Computación			1	1			1			1		
112	Computación	1			1				1		1		
113	Computación		1			1			1		1		
114	Computación			1			1			1		1	
115	Computación			1			1		1		1		
116	Computación	1				1		1				1	
117	Estadística			1		1				1	1		
118	Estadística			1		1				1		1	
119	Estadística			1	1			1					1
120	Estadística			1		1			1			1	
121	Estadística			1			1			1	1		
122	Estadística	1			1				1			1	
123	Estadística			1		1				1		1	
124	Estadística			1	1				1				1
125	Estadística			1		1		1			1		

126	Estadística			1	1				1			1	
127	Estadística			1	1				1			1	
128	Estadística			1			1	1				1	
129	Estadística			1	1			1					1
130	Estadística		1			1		1				1	
131	Estadística	1			1					1	1		
132	Estadística	1				1			1			1	
133	Estadística	1				1			1			1	
134	Estadística	1				1		1				1	
135	Estadística	1				1			1			1	
136	Estadística			1			1			1		1	
137	Estadística			1		1			1		1		
138	Estadística	1			1				1		1		
139	Estadística		1		1					1		1	
140	Estadística	1			1			1				1	
141	Estadística		1		1				1		1		
142	Estadística			1		1			1		1		
143	Estadística	1				1			1			1	
144	Estadística			1	1					1			1
145	Estadística	1			1			1			1		
146	Estadística		1				1		1		1		
147	Estadística		1			1			1			1	
148	Estadística	1			1					1	1		
149	Estadística			1		1				1		1	
150	Estadística			1		1			1			1	
151	Estadística		1			1			1			1	
152	Estadística	1			1				1			1	
153	Estadística			1	1				1			1	
154	Estadística	1				1			1			1	
155	Estadística			1	1				1		1		
156	Estadística	1			1			1			1		
157	Estadística	1					1		1		1		
158	Estadística			1			1		1				1
159	Estadística	1			1			1			1		
160	Estadística	1			1			1			1		
161	Estadística	1			1			1				1	
162	Estadística		1			1			1			1	
163	Estadística	1			1			1			1		
164	Estadística			1		1			1		1		
165	Estadística	1				1			1		1		
166	Estadística			1			1			1		1	
167	Estadística			1			1			1	1		
168	Estadística	1				1			1		1		
169	Estadística			1			1			1		1	
170	Estadística			1			1	1				1	

171	Estadística		1			1			1			1	
172	Estadística	1					1		1			1	
173	Estadística		1		1			1				1	
174	Estadística		1		1				1				1
175	Estadística			1			1		1				1
176	Estadística	1					1		1				1
177	Estadística		1			1			1				1
178	Estadística			1		1			1				1
179	Estadística			1			1		1			1	
180	Estadística			1		1				1			1
181	Estadística	1				1			1			1	
182	Estadística			1	1			1					1
183	Estadística			1	1					1	1		
184	Estadística			1			1			1			1
185	Estadística	1					1			1			1
186	Estadística			1		1		1					1
187	Estadística			1			1		1			1	
188	Estadística		1			1			1				1
189	Estadística		1				1		1				1
190	Estadística		1			1			1			1	
191	Estadística			1			1			1			1
192	Estadística			1		1			1				1
193	Estadística		1				1		1			1	
194	Estadística	1				1			1				1
195	Estadística		1				1		1				1
196	Estadística			1		1		1				1	
197	Estadística		1		1				1			1	
198	Estadística			1	1				1				1
199	Estadística			1	1				1				1
200	Estadística			1		1			1			1	
201	Estadística			1			1			1	1		
202	Estadística			1	1				1				1
203	Estadística			1	1				1				1
204	Estadística			1	1			1					1
205	Estadística			1	1			1				1	
206	Estadística		1		1					1			1
207	Estadística			1			1			1			1
208	Estadística			1	1			1				1	
209	Estadística		1			1				1			1
210	Estadística			1			1		1				1
211	Estadística			1		1				1			1
212	Estadística		1			1			1			1	
213	Estadística		1		1				1			1	
214	Estadística			1	1					1			1
215	Estadística			1			1		1				1

216	Estadística			1			1		1			1	
217	Estadística		1		1				1			1	
218	Inv. Operativa			1			1			1			1
219	Inv. Operativa	1			1				1		1		
220	Inv. Operativa			1		1			1		1		
221	Inv. Operativa			1	1					1	1		
222	Inv. Operativa			1	1					1		1	
223	Inv. Operativa			1	1					1			1
224	Inv. Operativa			1		1				1		1	
225	Inv. Operativa	1			1					1			1
226	Inv. Operativa			1			1			1		1	
227	Inv. Operativa			1			1			1		1	
228	Inv. Operativa	1					1	1				1	
229	Inv. Operativa			1	1				1			1	
230	Inv. Operativa			1	0					1	1		
231	Inv. Operativa			1	1					1	1		
232	Inv. Operativa			1			1			1			1
233	Inv. Operativa			1			1			1		1	
234	Inv. Operativa			1		1		1				1	
235	Inv. Operativa			1	1					1			1
236	Inv. Operativa			1	1					1		1	
237	Inv. Operativa			1	1					1		1	
238	Inv. Operativa			1			1			1			1
239	Inv. Operativa			1		1				1	1		
240	Inv. Operativa			1			1			1			1
241	Inv. Operativa			1		1				1			1
242	Inv. Operativa			1		1				1		1	
243	Inv. Operativa	1					1		1		1		
244	Inv. Operativa			1		1				1	1		
245	Inv. Operativa	1				1			1			1	
246	Inv. Operativa	1				1			1			1	
247	Inv. Operativa			1		1				1			1
248	Inv. Operativa		1			1			1				1
249	Inv. Operativa	1			1				1			1	
250	Inv. Operativa		1			1			1				1
251	Inv. Operativa			1			1			1			1
252	Inv. Operativa		1				1		1			1	
253	Inv. Operativa			1			1			1			1
254	Inv. Operativa			1			1			1			1
255	Inv. Operativa			1	1				1		1		
256	Inv. Operativa	1				1			1			1	
257	Inv. Operativa	1				1			1			1	
258	Inv. Operativa		1		1				1		1		
259	Inv. Operativa	1			1					1		1	
260	Inv. Operativa			1	1			1				1	

261	Inv. Operativa		1			1			1			1	
262	Inv. Operativa	1			1			1				1	
263	Inv. Operativa	1					1			1	1		
264	Inv. Operativa	1			1				1			1	
265	Inv. Operativa			1	1					1		1	
266	Inv. Operativa			1			1			1			1
267	Inv. Operativa		1		1			1					1
268	Inv. Operativa	1			1					1			1
269	Inv. Operativa			1			1			1			1
270	Inv. Operativa		1		1				1		1		
271	Inv. Operativa	1			1			1			1		
272	Inv. Operativa	1					1			1			1
273	Inv. Operativa		1		1				1			1	
274	Inv. Operativa			1		1			1			1	
275	Inv. Operativa		1				1		1			1	
276	Inv. Operativa		1			1			1			1	
277	Inv. Operativa		1			1			1			1	
278	Inv. Operativa			1	1				1		1		
279	Inv. Operativa		1			1			1			1	
280	Inv. Operativa			1		1				1	1		
281	Inv. Operativa			1		1			1		1		
282	Inv. Operativa			1		1			1			1	
283	Inv. Operativa			1	1			1			1		
284	Inv. Operativa			1	1				1				1
285	Inv. Operativa			1	1				1				1
286	Inv. Operativa			1	1				1		1		
287	Inv. Operativa	1			1				1		1		
288	Inv. Operativa	1			1			1			1		
289	Inv. Operativa			1			1			1		1	
290	Inv. Operativa			1			1			1	1		
291	Inv. Operativa		1			1			1			1	
292	Inv. Operativa		1			1			1			1	
293	Inv. Operativa	1			1				1		1		
294	Inv. Operativa	1			1				1		1		
295	Inv. Operativa	1				1			1			1	
296	Inv. Operativa	1				1			1			1	
297	Inv. Operativa		1		1				1			1	
298	Inv. Operativa		1			1			1			1	
299	Inv. Operativa	1			1			1			1		
300	Inv. Operativa			1	1					1		1	
301	Inv. Operativa	1			1					1		1	
302	Inv. Operativa			1		1			1			1	
303	Inv. Operativa			1		1		1				1	
304	Inv. Operativa	1			1					1	1		
305	Inv. Operativa			1			1		1				1

306	Inv. Operativa		1		1				1			1
307	Inv. Operativa			1	1					1		1
308	Inv. Operativa		1		1				1		1	
309	Inv. Operativa		1		1			1				1
310	Inv. Operativa			1	1				1		1	
311	Inv. Operativa			1	1				1		1	
312	Inv. Operativa		1		0					1		1
313	Inv. Operativa		1			1			1			1
314	Inv. Operativa		1			1			1			1
315	Inv. Operativa			1		1				1	1	
316	Inv. Operativa	1			1			1				1
317	Inv. Operativa			1	1			1			1	
318	Inv. Operativa		1		1				1			1
319	Inv. Operativa	1			1					1		1
320	Inv. Operativa			1	1					1		1
321	Inv. Operativa			1		1		1				1
322	Inv. Operativa			1	1					1		1
323	Inv. Operativa			1	1					1	1	
324	Inv. Operativa	1			1				1			1
325	Inv. Operativa			1	1			1				1
326	Inv. Operativa			1			1	1			1	
327	Inv. Operativa			1		1		1				1
328	Inv. Operativa			1	1					1		1
329	Inv. Operativa	1			1					1	1	
330	Inv. Operativa			1		1			1		1	
331	Inv. Operativa	1			1				1			1
332	Inv. Operativa			1	1			1			1	
333	Inv. Operativa		1			1				1		1
334	Inv. Operativa			1		1			1			1
335	Inv. Operativa			1		1			1			1
336	Inv. Operativa			1			1			1		1
337	Inv. Operativa	1					1	1				1
338	Inv. Operativa			1	1					1		1
339	Inv. Operativa		1		1					1	1	
340	Inv. Operativa			1	1				1			1
341	Inv. Operativa	1				1			1			1
342	Inv. Operativa			1	1				1			1
343	Inv. Operativa			1		1				1		1
344	Inv. Operativa		1				1			1		1
345	Inv. Operativa			1	1			1				1
346	Inv. Operativa		1			1			1		1	
347	Inv. Operativa		1			1			1			1
348	Inv. Operativa			1			1			1		1
349	Inv. Operativa			1			1			1		1
350	Inv. Operativa		1			1			1			1

351	Inv. Operativa			1			1			1			1
352	Inv. Operativa			1		1				1		1	
353	Inv. Operativa	1			1			1			1		
354	Inv. Operativa		1			1			1			1	
355	Inv. Operativa		1			1			1			1	
356	Inv. Operativa		1			1			1			1	
357	Inv. Operativa		1			1			1			1	
358	Inv. Operativa	1			1			1			1		
359	Inv. Operativa		1			1			1		1		
360	Inv. Operativa	1			1					1			1
361	Inv. Operativa			1	1				1				1
362	Inv. Operativa		1			1			1			1	
363	Inv. Operativa	1			1			1			1		
364	Inv. Operativa		1			1			1		1		
365	Inv. Operativa			1	1				1			1	
366	Inv. Operativa		1			1			1			1	
367	Inv. Operativa	1			1				1			1	
368	Inv. Operativa	1			1				1			1	
369	Inv. Operativa	1				1			1			1	
370	Inv. Operativa			1		1			1				1
371	Inv. Operativa		1			1			1			1	
372	Inv. Operativa		1				1		1		1		
373	Inv. Operativa			1			1		1		1		
374	Inv. Operativa		1			1			1			1	
375	Inv. Operativa			1		1			1			1	
376	Inv. Operativa			1		1				1		1	
377	Inv. Operativa		1			1			1			1	
378	Inv. Operativa			1		1				1		1	
379	Inv. Operativa		1			1			1			1	
380	Inv. Operativa		1			1			1			1	
381	Inv. Operativa		1			1		1			1		
382	Inv. Operativa	1			1				1				1
383	Inv. Operativa			1	1				1		1		
384	Inv. Operativa			1			1		1		1		
385	Inv. Operativa		1			1			1			1	
386	Inv. Operativa	1			1			1				1	
387	Inv. Operativa			1		1		1				1	
388	Inv. Operativa			1		1				1	1		
389	Inv. Operativa			1			1			1			1
390	Inv. Operativa		1			1				1			1
391	Inv. Operativa			1		1				1		1	
392	Inv. Operativa			1		1			1			1	
393	Matemática		1			1		1				1	
394	Matemática	1				1		1				1	
395	Matemática			1		1			1			1	

396	Matemática			1		1				1		1	
397	Matemática			1		1			1			1	
398	Matemática			1		1		1			1		
399	Matemática	1					1			1			1
400	Matemática			1		1				1			1
401	Matemática			1			1		1				1
402	Matemática		1			1			1			1	
403	Matemática	1			1				1		1		
404	Matemática	1			1				1		1		
405	Matemática		1				1			1			1
406	Matemática	1				1			1			1	
407	Matemática	1				1		1				1	
408	Matemática			1	1				1			1	
409	Matemática	1			1			1			1		
410	Matemática		1			1			1			1	
411	Matemática	1				1		1					1
412	Matemática			1	1				1			1	
413	Matemática	1				1			1				1
414	Matemática		1			1			1			1	
415	Matemática			1		1		0					1
416	Matemática			1			1			1		1	
417	Matemática			1		1			1			1	
418	Matemática		1			1			1			1	
419	Matemática		1			1			1			1	
420	Matemática	1				1			1			1	
421	Matemática		1			1			1		1		
422	Matemática	1				1			1		1		
423	Matemática		1			1			1			1	
424	Matemática		1			1			1			1	
425	Matemática		1			1			1			1	
426	Matemática		1			1			1			1	
427	Matemática		1			1			1				1
428	Matemática	1			1			1			1		
429	Matemática			1		1			1			1	
430	Matemática			1			1			1			1
431	Matemática			1		1			1			1	
432	Matemática			1			1			1			1
433	Matemática			1			1		1			1	
434	Matemática			1			1			1			1
435	Matemática	1				1			1			1	
436	Matemática		1			1			1			1	
437	Matemática	1				1			1		1		
438	Matemática			1		1				1			1
439	Matemática			1		1			1		1		
440	Matemática		1			1			1			1	

441	Matemática		1			1			1			1	
442	Matemática			1		1				1			1
443	Matemática			1			1			1			1
444	Matemática		1			1			1			1	
445	Matemática		1			1			1			1	
446	Matemática		1			1			1			1	
447	Matemática	1			1				1		1		
448	Matemática			1			1			1			1
449	Matemática	1				1			1			1	
450	Matemática		1			1			1			1	
451	Matemática			1		1			1			1	
452	Matemática		1			1			1			1	
453	Matemática		1			1			1			1	
454	Matemática			1		1				1		1	
455	Matemática			1		1				1		1	
456	Matemática			1		1				1			1
457	Matemática	1				1			1		1		
458	Matemática		1			1			1			1	
459	Matemática			1		1			1			1	
460	Matemática	1					1		1		1		
461	Matemática	1				1		1			1		
462	Matemática	1			1				1		1		
463	Matemática			1		1				1		1	
464	Matemática	1				1			1				1
465	Matemática	1				1		1					1
466	Matemática	1					1		1				1
467	Matemática			1		1		1			1		
468	Matemática	1				1			1				1
469	Matemática	1			1					1	1		
470	Matemática		1			1			1			1	
471	Matemática			1			1			1			1
472	Matemática		1			1			1			1	
473	Matemática		1			1			1				1
474	Matemática			1			1			1		1	
475	Matemática			1			1			1			1
476	Matemática			1	1					1		1	
477	Matemática			1		1				1			1
478	Matemática		1			1				1		1	
479	Matemática	1			1					1	1		
480	Matemática		1				1		1			1	
481	Matemática		1				1		1			1	
482	Matemática		1			1			1			1	
483	Matemática		1			1			1		1		
484	Matemática		1			1			1			1	
485	Matemática			1			1		1			1	

486	Matemática	1				1			1		1	
487	Matemática		1		1			1			1	
488	Matemática			1	1			1			1	
489	Matemática	1				1	1			1		
490	Matemática		1		1			1			1	
491	Matemática		1		1			1		1		
492	Matemática			1	1			1				1
493	Matemática			1	1			1			1	
494	Matemática			1		1			1			1
495	Matemática		1		1			1				1
496	Matemática		1			1			1	1		
497	Matemática		1		1			1			1	
498	Matemática		1		1			1			1	
499	Matemática		1		1			1			1	
500	Matemática		1		1			1			1	
501	Matemática			1	1			1			1	
502	Matemática			1	1			1			1	
503	Matemática		1		1			1			1	
504	Matemática			1	1			1				1
505	Matemática		1		1			1			1	
506	Matemática		1		1				1			1
507	Matemática			1	1			1			1	
508	Matemática			1		1	1			1		
509	Matemática			1	1		1			1		
510	Matemática		1		1			1			1	
511	Matemática	1			1				1			1
512	Matemática			1	1				1			1
513	Matemática			1		1		1			1	
514	Matemática		1		1			1		1		
515	Matemática	1			1			1			1	
516	Matemática		1		1			1			1	
517	Matemática		1		1				1	1		
518	Matemática			1	1		1				1	
519	Matemática			1		1			1			1
520	Matemática	1			1				1			1
521	Matemática	1			1			1		1		
522	Matemática		1		1				1		1	
523	Matemática		1		1			1			1	
524	Matemática		1		1			1			1	
525	Matemática		1		1			1		1		
526	Matemática			1		1			1	1		
527	Matemática		1		1				1	1		
528	Matemática		1		1			1			1	
529	Matemática			1	1			1			1	
530	Matemática		1		1			1			1	

531	Matemática		1			1			1		1	
532	Matemática			1	1				1			1
533	Matemática		1				1			1		1
534	Matemática			1		1			1			1
535	Matemática		1				1			1		1
536	Matemática		1			1			1			1
537	Matemática			1		1				1		1
538	Matemática			1	1				1			1
539	Matemática		1			1			1			1
540	Matemática			1		1			1			1
541	Matemática			1		1			1			1
542	Matemática	1				1			1			1
543	Matemática			1			1		1			1
544	Matemática		1			1			1			1
545	Matemática		1			1			1			1
546	Matemática	1				1			1		1	
547	Matemática	1					1		1		1	
548	Matemática			1		1				1		1
549	Matemática			1		1			1			1
550	Matemática			1		1			1			1
551	Matemática		1			1			1			1
552	Matemática		1			1			1			1
553	Matemática		1			1			1			1
554	Matemática			1			1		1			1
555	Matemática			1		1		1				1
556	Matemática			1		1			1			1
557	Matemática		1			1			1			1
558	Matemática			1		1			1			1
559	Matemática	1				1			1		1	
560	Matemática			1		1			1			1
561	Matemática	1				1		1				1
562	Matemática		1			1				1	1	
563	Matemática	1					1		1		1	
564	Matemática			1	1			1				1
565	Matemática	1				1			1		1	
566	Matemática	1				1			1		1	
567	Matemática		1				1		1			1
568	Matemática		1			1		1				1
569	Matemática		1			1			1			1
570	Matemática		1				1		1			1
571	Matemática			1	1				1			1
572	Matemática		1				1		1			1
573	Matemática		1				1		1		1	

Anexo 4: Resultados de la encuesta por entrevista directa

Nro.	E.A.P.	X₁	X₂	X₃	X₄
1	Computación	NO	NO	NO	SI
2	Computación	NO	NO	NO	NO
3	Computación	NO	NO	NO	SI
4	Computación	NO	NO	NO	SI
5	Computación	NO	NO	NO	SI
6	Computación	NO	NO	NO	SI
7	Inv. Operativa	NO	SI	SI	SI
8	Inv. Operativa	NO	SI	NO	SI
9	Inv. Operativa	NO	SI	SI	SI
10	Inv. Operativa	NO	SI	SI	NO
11	Inv. Operativa	NO	NO	NO	NO
12	Inv. Operativa	SI	SI	SI	SI
13	Inv. Operativa	NO	NO	NO	SI
14	Inv. Operativa	SI	NO	NO	SI
15	Inv. Operativa	NO	NO	SI	SI
16	Inv. Operativa	NO	SI	SI	SI
17	Inv. Operativa	NO	NO	NO	NO
18	Inv. Operativa	SI	NO	NO	NO
19	Inv. Operativa	NO	SI	NO	SI
20	Inv. Operativa	NO	NO	NO	SI
21	Inv. Operativa	SI	NO	NO	SI
22	Matemática	NO	SI	SI	SI
23	Matemática	NO	SI	NO	SI
24	Inv. Operativa	NO	NO	NO	NO
25	Inv. Operativa	NO	SI	NO	SI
26	Inv. Operativa	NO	NO	SI	NO
27	Inv. Operativa	NO	SI	SI	NO
28	Inv. Operativa	NO	NO	NO	NO
29	Inv. Operativa	NO	SI	NO	NO
30	Inv. Operativa	NO	NO	NO	NO
31	Inv. Operativa	SI	NO	NO	SI
32	Inv. Operativa	NO	NO	NO	NO
33	Inv. Operativa	NO	NO	NO	SI
34	Inv. Operativa	NO	NO	NO	SI
35	Inv. Operativa	NO	NO	NO	NO
36	Inv. Operativa	NO	NO	NO	SI
37	Inv. Operativa	NO	SI	NO	NO
38	Inv. Operativa	NO	NO	NO	NO
39	Inv. Operativa	NO	NO	NO	NO
40	Inv. Operativa	NO	NO	NO	SI
41	Inv. Operativa	NO	NO	NO	NO
42	Inv. Operativa	NO	NO	NO	SI

43	Inv. Operativa	NO	NO	NO	SI
44	Inv. Operativa	NO	NO	NO	SI
45	Inv. Operativa	NO	NO	NO	NO
46	Inv. Operativa	NO	NO	NO	NO
47	Inv. Operativa	NO	NO	NO	NO
48	Inv. Operativa	NO	NO	NO	NO
49	Inv. Operativa	NO	NO	NO	NO
50	Inv. Operativa	NO	NO	NO	SI
51	Inv. Operativa	NO	NO	NO	SI
52	Inv. Operativa	NO	NO	NO	SI
53	Inv. Operativa	NO	NO	NO	SI
54	Inv. Operativa	NO	NO	NO	NO
55	Inv. Operativa	NO	NO	NO	SI
56	Inv. Operativa	NO	NO	NO	NO
57	Inv. Operativa	NO	NO	NO	NO
58	Inv. Operativa	NO	NO	NO	NO
59	Inv. Operativa	NO	NO	NO	NO
60	Inv. Operativa	NO	NO	NO	SI
61	Inv. Operativa	NO	SI	NO	SI
62	Inv. Operativa	NO	NO	NO	NO
63	Inv. Operativa	NO	NO	NO	SI
64	Inv. Operativa	NO	NO	NO	NO
65	Estadística	NO	NO	NO	NO
66	Matemática	NO	SI	NO	NO
67	Matemática	NO	SI	SI	SI
68	Matemática	NO	NO	NO	NO
69	Matemática	NO	NO	NO	SI
70	Computación	NO	SI	NO	SI
71	Computación	NO	NO	NO	SI
72	Computación	NO	NO	NO	SI
73	Inv. Operativa	NO	NO	NO	SI
74	Inv. Operativa	NO	NO	NO	NO
75	Inv. Operativa	NO	NO	NO	NO
76	Matemática	NO	NO	NO	NO
77	Matemática	NO	NO	NO	NO
78	Matemática	NO	NO	NO	NO
79	Matemática	NO	NO	SI	SI
80	Matemática	NO	NO	SI	NO
81	Matemática	NO	SI	SI	SI
82	Matemática	NO	NO	NO	NO
83	Matemática	NO	NO	NO	SI
84	Matemática	SI	SI	NO	SI
85	Matemática	NO	SI	NO	SI
86	Matemática	SI	SI	NO	NO
87	Matemática	SI	SI	SI	NO

88	Computación	NO	NO	NO	NO
89	Computación	NO	SI	NO	SI
90	Computación	SI	SI	SI	NO
91	Computación	NO	SI	SI	SI
92	Matemática	NO	SI	SI	SI
93	Inv. Operativa	NO	SI	SI	SI
94	Inv. Operativa	NO	SI	SI	NO
95	Computación	NO	NO	SI	NO
96	Computación	SI	SI	SI	SI
97	Computación	SI	NO	NO	NO
98	Computación	NO	NO	NO	SI
99	Computación	NO	NO	NO	SI
100	Computación	NO	SI	SI	NO
101	Computación	NO	SI	SI	SI
102	Computación	NO	SI	SI	SI
103	Computación	NO	SI	NO	SI
104	Computación	NO	NO	NO	NO
105	Computación	SI	SI	SI	NO
106	Computación	NO	SI	SI	NO
107	Computación	NO	SI	SI	NO
108	Computación	SI	SI	SI	NO
109	Computación	NO	NO	SI	NO
110	Computación	NO	SI	SI	NO
111	Computación	SI	SI	SI	SI
112	Computación	NO	SI	NO	NO
113	Computación	NO	NO	NO	NO
114	Computación	NO	NO	NO	SI
115	Computación	NO	NO	NO	NO
116	Computación	NO	NO	NO	SI
117	Computación	NO	NO	NO	SI
118	Computación	NO	NO	NO	NO
119	Computación	NO	NO	NO	SI
120	Computación	SI	NO	NO	NO
121	Computación	NO	NO	NO	NO
122	Inv. Operativa	NO	NO	NO	SI
123	Inv. Operativa	NO	NO	NO	NO
124	Inv. Operativa	SI	NO	NO	SI
125	Inv. Operativa	NO	NO	NO	SI
126	Inv. Operativa	NO	NO	NO	NO
127	Inv. Operativa	NO	NO	NO	NO
128	Inv. Operativa	NO	NO	NO	SI
129	Inv. Operativa	NO	NO	NO	NO
130	Inv. Operativa	NO	NO	NO	SI
131	Inv. Operativa	NO	NO	NO	SI
132	Inv. Operativa	NO	NO	NO	SI

133	Inv. Operativa	NO	NO	NO	NO
134	Inv. Operativa	NO	NO	NO	SI
135	Inv. Operativa	NO	NO	NO	SI
136	Inv. Operativa	NO	NO	NO	SI
137	Inv. Operativa	NO	NO	NO	NO
138	Inv. Operativa	NO	NO	NO	NO
139	Inv. Operativa	NO	NO	NO	SI
140	Inv. Operativa	NO	NO	NO	NO
141	Inv. Operativa	NO	NO	NO	NO
142	Inv. Operativa	NO	NO	SI	SI
143	Inv. Operativa	NO	SI	NO	SI
144	Inv. Operativa	NO	NO	NO	SI
145	Inv. Operativa	NO	NO	SI	SI
146	Inv. Operativa	NO	NO	SI	NO
147	Inv. Operativa	NO	NO	NO	NO
148	Inv. Operativa	NO	NO	NO	SI
149	Inv. Operativa	NO	SI	NO	SI
150	Inv. Operativa	SI	SI	SI	SI
151	Inv. Operativa	NO	NO	NO	SI
152	Inv. Operativa	NO	SI	SI	SI
153	Inv. Operativa	NO	SI	SI	SI
154	Inv. Operativa	NO	NO	NO	SI
155	Inv. Operativa	NO	NO	NO	NO
156	Inv. Operativa	NO	NO	NO	NO
157	Inv. Operativa	SI	SI	NO	SI
158	Inv. Operativa	NO	NO	NO	SI
159	Inv. Operativa	NO	SI	NO	SI
160	Inv. Operativa	NO	SI	NO	SI
161	Inv. Operativa	NO	SI	NO	SI
162	Inv. Operativa	NO	SI	NO	SI
163	Inv. Operativa	NO	SI	NO	NO
164	Inv. Operativa	NO	NO	NO	SI
165	Inv. Operativa	NO	NO	NO	NO
166	Inv. Operativa	NO	SI	NO	SI
167	Inv. Operativa	NO	NO	NO	SI
168	Inv. Operativa	SI	SI	SI	NO
169	Inv. Operativa	SI	NO	NO	SI
170	Inv. Operativa	SI	NO	NO	NO
171	Inv. Operativa	NO	NO	NO	NO
172	Inv. Operativa	NO	NO	SI	SI
173	Inv. Operativa	SI	SI	SI	NO
174	Inv. Operativa	NO	NO	SI	SI
175	Inv. Operativa	NO	SI	SI	NO
176	Inv. Operativa	NO	SI	SI	NO
177	Inv. Operativa	NO	NO	NO	SI

178	Inv. Operativa	NO	NO	SI	SI
179	Inv. Operativa	NO	SI	NO	SI
180	Inv. Operativa	NO	NO	NO	SI
181	Inv. Operativa	NO	NO	NO	NO
182	Inv. Operativa	NO	NO	NO	NO
183	Inv. Operativa	NO	NO	NO	NO
184	Inv. Operativa	NO	NO	NO	SI
185	Inv. Operativa	NO	NO	NO	SI
186	Inv. Operativa	NO	NO	NO	NO
187	Inv. Operativa	NO	NO	NO	SI
188	Inv. Operativa	NO	NO	SI	SI
189	Inv. Operativa	NO	NO	NO	NO
190	Inv. Operativa	NO	NO	NO	SI
191	Estadística	NO	NO	NO	SI
192	Estadística	NO	NO	NO	SI
193	Estadística	NO	NO	NO	SI
194	Estadística	NO	NO	NO	SI
195	Estadística	NO	NO	NO	SI
196	Estadística	NO	NO	NO	SI
197	Estadística	NO	NO	NO	NO
198	Estadística	NO	NO	SI	NO
199	Estadística	NO	NO	NO	SI
200	Estadística	NO	SI	SI	SI
201	Estadística	NO	NO	NO	SI
202	Estadística	NO	NO	NO	SI
203	Estadística	NO	NO	NO	SI
204	Estadística	NO	SI	NO	SI
205	Estadística	NO	NO	NO	SI
206	Estadística	NO	NO	NO	NO
207	Estadística	NO	NO	NO	SI
208	Estadística	NO	NO	NO	NO
209	Estadística	NO	NO	NO	SI
210	Estadística	NO	NO	NO	SI
211	Estadística	NO	NO	NO	SI
212	Estadística	NO	NO	NO	SI
213	Estadística	NO	NO	NO	SI
214	Estadística	NO	NO	NO	NO
215	Estadística	NO	NO	NO	NO
216	Estadística	NO	NO	NO	SI
217	Estadística	NO	NO	NO	NO
218	Estadística	NO	SI	SI	NO
219	Estadística	SI	SI	SI	NO
220	Estadística	NO	NO	NO	NO
221	Estadística	NO	NO	NO	NO
222	Estadística	NO	NO	NO	NO

223	Estadística	NO	NO	NO	SI
224	Estadística	NO	NO	NO	NO
225	Estadística	NO	NO	NO	SI
226	Estadística	NO	NO	NO	SI
227	Estadística	NO	NO	SI	SI
228	Estadística	SI	SI	NO	SI
229	Estadística	NO	NO	NO	NO
230	Estadística	SI	NO	NO	SI
231	Estadística	NO	SI	NO	SI
232	Estadística	SI	NO	NO	SI
233	Estadística	NO	NO	NO	SI
234	Estadística	NO	NO	NO	NO
235	Estadística	NO	NO	NO	SI
236	Estadística	NO	NO	NO	NO
237	Estadística	NO	NO	NO	NO
238	Estadística	NO	NO	NO	SI
239	Estadística	NO	NO	NO	SI
240	Estadística	NO	SI	SI	NO
241	Estadística	NO	NO	NO	NO
242	Estadística	NO	NO	SI	NO
243	Estadística	SI	NO	NO	NO
244	Estadística	NO	NO	NO	NO
245	Estadística	NO	NO	NO	SI
246	Estadística	NO	SI	NO	SI
247	Estadística	NO	NO	NO	SI
248	Estadística	NO	NO	SI	SI
249	Estadística	NO	NO	SI	SI
250	Estadística	NO	NO	NO	NO
251	Estadística	NO	NO	NO	SI
252	Estadística	NO	SI	NO	SI
253	Estadística	NO	NO	NO	SI
254	Estadística	NO	NO	NO	SI
255	Estadística	NO	NO	NO	NO
256	Estadística	NO	NO	NO	SI
257	Estadística	NO	NO	NO	NO
258	Estadística	NO	NO	SI	SI
259	Estadística	NO	NO	SI	SI
260	Estadística	NO	NO	NO	SI
261	Estadística	SI	SI	NO	SI
262	Estadística	NO	NO	NO	NO
263	Estadística	NO	NO	NO	SI
264	Estadística	NO	NO	NO	SI
265	Estadística	NO	NO	NO	NO
266	Estadística	NO	NO	SI	SI
267	Estadística	NO	NO	NO	NO

268	Estadística	NO	NO	NO	NO
269	Estadística	NO	NO	NO	NO
270	Estadística	NO	SI	NO	SI
271	Estadística	NO	SI	NO	SI
272	Estadística	NO	NO	NO	SI
273	Computación	NO	SI	NO	SI
274	Inv. Operativa	NO	NO	NO	SI
275	Matemática	NO	NO	NO	NO
276	Matemática	NO	NO	NO	SI
277	Inv. Operativa	NO	NO	NO	NO
278	Estadística	NO	NO	NO	SI
279	Inv. Operativa	NO	SI	SI	NO
280	Estadística	SI	SI	SI	SI
281	Estadística	NO	NO	NO	NO
282	Estadística	NO	SI	SI	NO
283	Estadística	SI	SI	NO	NO
284	Estadística	NO	SI	SI	SI
285	Estadística	NO	SI	NO	NO
286	Estadística	NO	NO	NO	NO
287	Estadística	NO	NO	NO	SI
288	Estadística	NO	NO	NO	SI
289	Estadística	NO	NO	NO	NO
290	Matemática	NO	NO	NO	NO
291	Matemática	NO	NO	NO	NO
292	Matemática	NO	NO	NO	SI
293	Matemática	NO	NO	NO	NO
294	Matemática	NO	NO	NO	NO
295	Inv. Operativa	NO	NO	NO	NO
296	Inv. Operativa	NO	NO	NO	NO
297	Inv. Operativa	NO	NO	NO	SI
298	Inv. Operativa	NO	NO	NO	NO
299	Inv. Operativa	NO	NO	NO	NO
300	Inv. Operativa	NO	NO	NO	NO
301	Inv. Operativa	NO	NO	NO	NO
302	Inv. Operativa	NO	NO	NO	NO
303	Inv. Operativa	NO	NO	NO	NO
304	Inv. Operativa	NO	NO	NO	SI
305	Inv. Operativa	NO	NO	NO	NO
306	Inv. Operativa	NO	NO	NO	SI
307	Inv. Operativa	NO	NO	NO	SI
308	Inv. Operativa	NO	NO	NO	SI
309	Inv. Operativa	NO	NO	NO	SI
310	Inv. Operativa	NO	NO	NO	SI
311	Inv. Operativa	NO	NO	NO	SI
312	Inv. Operativa	NO	NO	NO	NO

313	Inv. Operativa	NO	NO	NO	NO
314	Inv. Operativa	NO	NO	NO	NO
315	Inv. Operativa	NO	NO	NO	NO
316	Inv. Operativa	NO	NO	NO	SI
317	Inv. Operativa	NO	SI	NO	SI
318	Inv. Operativa	NO	NO	NO	SI
319	Inv. Operativa	SI	SI	NO	NO
320	Inv. Operativa	NO	NO	NO	NO
321	Inv. Operativa	NO	SI	NO	NO
322	Inv. Operativa	NO	NO	NO	SI
323	Inv. Operativa	NO	NO	NO	NO
324	Inv. Operativa	NO	NO	NO	SI
325	Estadística	NO	NO	NO	SI
326	Estadística	NO	SI	NO	NO
327	Estadística	NO	NO	NO	SI
328	Estadística	NO	NO	NO	SI
329	Estadística	NO	NO	NO	SI
330	Estadística	NO	NO	NO	NO
331	Matemática	NO	NO	NO	NO
332	Matemática	NO	NO	NO	NO
333	Matemática	NO	NO	NO	NO
334	Matemática	NO	NO	NO	NO
335	Matemática	NO	NO	NO	SI
336	Matemática	NO	NO	NO	NO
337	Matemática	NO	NO	NO	NO
338	Matemática	NO	NO	NO	NO
339	Matemática	NO	NO	SI	SI
340	Matemática	NO	NO	NO	NO
341	Matemática	NO	SI	NO	NO
342	Matemática	NO	NO	NO	SI
343	Matemática	NO	NO	NO	NO
344	Matemática	NO	NO	NO	NO
345	Matemática	SI	SI	SI	SI
346	Matemática	NO	NO	NO	NO
347	Matemática	NO	SI	SI	SI
348	Matemática	NO	SI	SI	SI
349	Matemática	NO	SI	NO	SI
350	Matemática	SI	SI	SI	SI
351	Computación	NO	NO	NO	SI
352	Computación	NO	SI	NO	SI
353	Computación	NO	NO	NO	NO
354	Computación	NO	NO	NO	SI
355	Computación	NO	NO	NO	NO
356	Computación	NO	SI	NO	SI
357	Computación	NO	SI	NO	NO

358	Computación	NO	NO	NO	NO
359	Computación	NO	NO	NO	SI
360	Computación	SI	SI	SI	NO
361	Computación	NO	NO	NO	SI
362	Computación	SI	SI	NO	NO
363	Computación	NO	NO	NO	SI
364	Computación	NO	SI	NO	NO
365	Computación	NO	NO	NO	SI
366	Computación	NO	NO	NO	SI
367	Computación	NO	NO	NO	SI
368	Computación	NO	SI	NO	SI
369	Computación	SI	NO	NO	SI
370	Computación	SI	SI	NO	SI
371	Computación	NO	NO	SI	SI
372	Computación	NO	NO	NO	SI
373	Computación	NO	NO	NO	SI
374	Computación	NO	NO	NO	SI
375	Computación	SI	SI	NO	SI
376	Computación	NO	SI	NO	SI
377	Computación	NO	SI	NO	SI
378	Computación	NO	NO	NO	SI
379	Computación	NO	NO	NO	NO
380	Computación	NO	NO	NO	NO
381	Computación	NO	SI	NO	NO
382	Computación	NO	NO	NO	NO
383	Computación	NO	NO	NO	SI
384	Computación	NO	NO	NO	SI
385	Computación	NO	NO	NO	SI
386	Computación	NO	NO	NO	SI
387	Computación	NO	NO	NO	SI
388	Computación	NO	NO	NO	NO
389	Computación	NO	NO	NO	SI
390	Computación	NO	NO	NO	SI
391	Computación	NO	NO	NO	SI
392	Computación	NO	NO	NO	SI
393	Computación	NO	NO	SI	SI
394	Computación	NO	NO	NO	NO
395	Computación	NO	NO	NO	NO
396	Computación	NO	NO	NO	SI
397	Computación	NO	NO	NO	SI
398	Computación	NO	NO	NO	NO
399	Computación	NO	NO	NO	SI
400	Computación	NO	NO	NO	NO
401	Computación	NO	NO	NO	SI
402	Computación	NO	NO	NO	SI

403	Computación	NO	SI	SI	SI
404	Computación	NO	SI	SI	SI
405	Computación	NO	SI	SI	SI
406	Computación	NO	SI	SI	SI
407	Computación	NO	NO	SI	SI
408	Computación	NO	SI	SI	SI
409	Computación	NO	NO	SI	SI
410	Computación	NO	SI	SI	SI
411	Computación	NO	SI	NO	SI
412	Computación	NO	NO	SI	SI
413	Computación	NO	SI	NO	SI
414	Computación	NO	NO	NO	NO
415	Computación	NO	NO	SI	SI
416	Computación	SI	SI	NO	SI
417	Computación	NO	SI	SI	SI
418	Computación	NO	SI	SI	SI
419	Computación	NO	SI	SI	SI
420	Computación	NO	SI	SI	SI
421	Matemática	NO	NO	NO	NO
422	Matemática	NO	NO	NO	NO
423	Matemática	NO	NO	NO	SI
424	Matemática	NO	NO	NO	NO
425	Matemática	NO	NO	NO	NO
426	Matemática	NO	NO	NO	SI
427	Matemática	NO	NO	NO	SI
428	Matemática	NO	NO	SI	SI
429	Inv. Operativa	NO	NO	NO	NO
430	Inv. Operativa	NO	NO	SI	NO
431	Inv. Operativa	NO	NO	NO	NO
432	Inv. Operativa	NO	SI	SI	SI
433	Inv. Operativa	NO	NO	NO	SI
434	Computación	NO	SI	SI	SI
435	Inv. Operativa	NO	NO	SI	SI
436	Inv. Operativa	NO	NO	NO	SI
437	Matemática	NO	SI	NO	SI
438	Matemática	NO	SI	SI	SI
439	Matemática	NO	NO	SI	SI
440	Matemática	SI	SI	SI	SI
441	Matemática	SI	NO	NO	SI
442	Matemática	NO	SI	NO	NO
443	Matemática	NO	NO	NO	SI
444	Matemática	NO	NO	NO	SI
445	Matemática	NO	NO	NO	NO
446	Matemática	NO	NO	NO	NO
447	Matemática	NO	NO	NO	NO

448	Matemática	NO	NO	NO	SI
449	Matemática	SI	SI	SI	SI
450	Matemática	NO	NO	NO	SI
451	Matemática	NO	NO	NO	NO
452	Matemática	NO	NO	NO	SI
453	Matemática	NO	NO	NO	NO
454	Matemática	NO	NO	NO	NO
455	Matemática	NO	NO	NO	SI
456	Matemática	NO	SI	NO	NO
457	Matemática	NO	NO	NO	SI
458	Matemática	NO	NO	NO	SI
459	Matemática	NO	NO	NO	SI
460	Matemática	NO	NO	NO	NO
461	Matemática	NO	NO	NO	NO
462	Matemática	NO	NO	NO	SI
463	Matemática	NO	NO	NO	SI
464	Matemática	NO	NO	NO	NO
465	Matemática	NO	NO	NO	NO
466	Matemática	NO	NO	NO	SI
467	Matemática	NO	NO	NO	SI
468	Matemática	NO	SI	SI	SI
469	Matemática	NO	SI	SI	SI
470	Matemática	NO	SI	SI	SI
471	Matemática	NO	SI	SI	SI
472	Matemática	NO	SI	SI	NO
473	Matemática	SI	SI	SI	SI
474	Matemática	SI	NO	SI	SI
475	Matemática	SI	SI	SI	SI
476	Matemática	SI	NO	SI	SI
477	Matemática	NO	SI	SI	SI
478	Matemática	SI	SI	SI	SI
479	Matemática	NO	SI	SI	SI
480	Matemática	NO	NO	NO	NO
481	Matemática	NO	NO	NO	SI
482	Matemática	NO	SI	SI	SI
483	Matemática	NO	SI	NO	SI
484	Matemática	NO	SI	SI	SI
485	Matemática	NO	SI	SI	SI
486	Matemática	NO	SI	SI	SI
487	Matemática	NO	SI	SI	SI
488	Matemática	NO	NO	SI	SI
489	Matemática	NO	NO	NO	NO
490	Matemática	NO	NO	NO	SI
491	Matemática	NO	SI	SI	SI
492	Matemática	NO	SI	SI	SI

493	Matemática	NO	SI	SI	SI
494	Matemática	SI	SI	SI	SI
495	Matemática	NO	SI	NO	SI
496	Matemática	NO	SI	NO	NO
497	Matemática	NO	NO	NO	SI
498	Matemática	NO	SI	NO	SI
499	Matemática	NO	NO	NO	NO
500	Matemática	NO	NO	NO	SI
501	Matemática	NO	NO	NO	SI
502	Matemática	NO	NO	NO	NO
503	Matemática	NO	NO	NO	SI
504	Matemática	NO	NO	NO	NO
505	Matemática	NO	NO	NO	SI
506	Matemática	NO	NO	NO	NO
507	Matemática	NO	NO	NO	SI
508	Matemática	NO	NO	NO	SI
509	Matemática	NO	NO	SI	SI
510	Matemática	NO	NO	NO	SI
511	Matemática	SI	NO	NO	SI
512	Matemática	NO	NO	NO	NO
513	Matemática	NO	NO	SI	NO
514	Computación	NO	NO	NO	SI
515	Matemática	NO	NO	NO	NO
516	Matemática	NO	SI	SI	SI
517	Matemática	NO	NO	NO	NO
518	Matemática	SI	SI	SI	SI
519	Matemática	NO	NO	NO	SI
520	Matemática	NO	NO	NO	NO
521	Matemática	NO	SI	NO	NO
522	Matemática	NO	NO	NO	SI
523	Matemática	NO	NO	NO	NO
524	Inv. Operativa	NO	NO	NO	NO
525	Inv. Operativa	NO	NO	NO	NO
526	Inv. Operativa	NO	NO	NO	NO
527	Matemática	NO	NO	SI	NO
528	Matemática	NO	SI	SI	SI
529	Matemática	NO	NO	NO	NO
530	Matemática	NO	NO	NO	NO
531	Matemática	NO	NO	NO	NO
532	Matemática	NO	NO	NO	NO
533	Matemática	NO	NO	NO	SI
534	Matemática	NO	NO	NO	NO
535	Matemática	NO	NO	NO	SI
536	Matemática	NO	NO	NO	NO
537	Matemática	SI	SI	SI	SI

538	Matemática	NO	NO	NO	NO
539	Matemática	NO	NO	NO	SI
540	Matemática	NO	NO	NO	NO
541	Matemática	SI	SI	NO	NO
542	Matemática	NO	NO	NO	SI
543	Matemática	NO	NO	NO	SI
544	Matemática	NO	SI	NO	SI
545	Matemática	NO	NO	NO	NO
546	Matemática	NO	SI	NO	NO
547	Matemática	NO	SI	NO	NO
548	Matemática	NO	SI	NO	NO
549	Matemática	NO	NO	NO	SI
550	Estadística	NO	NO	NO	SI
551	Computación	NO	NO	NO	NO
552	Computación	NO	NO	NO	NO
553	Computación	NO	NO	NO	NO
554	Inv. Operativa	NO	SI	NO	NO
555	Matemática	NO	NO	NO	SI
556	Matemática	NO	NO	NO	NO
557	Matemática	NO	NO	NO	NO
558	Matemática	NO	SI	SI	NO
559	Matemática	SI	SI	SI	SI
560	Matemática	NO	SI	SI	NO
561	Matemática	NO	SI	NO	NO
562	Matemática	NO	NO	NO	NO
563	Matemática	SI	NO	NO	SI
564	Matemática	NO	NO	NO	SI
565	Matemática	NO	NO	NO	NO
566	Matemática	NO	NO	NO	NO
567	Matemática	NO	SI	NO	SI
568	Matemática	NO	NO	NO	SI
569	Matemática	NO	NO	NO	NO
570	Inv. Operativa	NO	NO	NO	SI
571	Matemática	NO	NO	NO	SI
572	Matemática	NO	NO	NO	SI
573	Matemática	NO	NO	NO	SI

Observación:

- X₁:** ¿Durante tu vida has consumido drogas (marihuana, pasta básica de cocaína, éxtasis, etc.) por lo menos una vez?
- X₂:** ¿Has mantenido relaciones sexuales con más de dos personas a lo largo de tu vida (simultáneamente o no)?
- X₃:** ¿Consumes alcohol (cerveza, vino, sangría, etc.) con frecuencia? (todos los fines de semana)
- X₄:** ¿Has copiado en los exámenes por lo menos una vez?

Anexo 5: Programa en R utilizado para diseñar los gráficos de comparación de la función potencia y la potencia asintótica.

```
parallel.sample.size <- function(n, pi0, pi1)
{
  p <- 0.5
  q <- 0.5
  al <- 0.05
  de0 <- q * (1-p) + pi0 * p
  de1 <- q * (1-p) + pi1 * p
  zal <- qnorm(1 - al)
  m <- floor(n * de0 - zal * sqrt(n * de0 * (1 - de0)))
  Exactpower <- pbinom(m, n, de1)
  a <- sqrt(n) * (pi0 - pi1) * p - zal * sqrt(de0 * (1 - de0))
  b <- sqrt(de1 * (1 - de1))
  Appropower <- pnorm(a/b)
  result <- c(Exactpower, Appropower)
  return(result)
}
```

```
parallel.sample.size.plot <- function(ind)
{
  N1 <- seq(100, 1000, 50)
  n1 <- length(N1)
  Exactpower1 <- rep(0, n1)
  Appropower1 <- rep(0, n1)
  for(i in 1:n1) {
    result <- parallel.sample.size(N1[i], 0.5, 0.4)
    Exactpower1[i] <- result[[1]]
    Appropower1[i] <- result[[2]]
  }
  N2 <- seq(100, 1000, 50)
  n2 <- length(N2)
  Exactpower2 <- rep(0, n2)
  Appropower2 <- rep(0, n2)
  for(i in 1:n2) {
    result <- parallel.sample.size(N2[i], 0.3, 0.2)
    Exactpower2[i] <- result[[1]]
    Appropower2[i] <- result[[2]]
  }
  N3 <- seq(1000, 3000, 100)
  n3 <- length(N3)
  Exactpower3 <- rep(0, n3)
  Appropower3 <- rep(0, n3)
  for(i in 1:n3) {
    result <- parallel.sample.size(N3[i], 0.2, 0.15)
    Exactpower3[i] <- result[[1]]
    Appropower3[i] <- result[[2]]
  }
  N4 <- seq(2000, 6000, 100)
```

```

n4 <- length(N4)
Exactpower4 <- rep(0, n4)
Appropower4 <- rep(0, n4)
for(i in 1:n4) {
  result <- parallel.sample.size(N4[i], 0.1, 0.06)
  Exactpower4[i] <- result[[1]]
  Appropower4[i] <- result[[2]]
}
par(mfrow = c(2, 2))
plot(N1, Exactpower1, type = "l", lty = 1, xlab =
  expression("Tamaño de muestra"~italic(n)[P]),
  ylab = "Función Potencia")
title(quote("(i)"~~pi[0]~"= 0.50,"~~pi[1]~"= 0.40"))
segments(50, 0.8, 1000, 0.8, lty = 2)
lines(N1, Appropower1, type = "l", lty = 3, lwd=2)

plot(N2, Exactpower2, type = "l", lty = 1, xlab =
  expression("Tamaño de muestra"~italic(n)[P]),
  ylab = "Función Potencia")
title(quote("(ii)"~~pi[0]~"= 0.30,"~~pi[1]~"= 0.20"))
segments(50, 0.8, 1000, 0.8, lty = 2)
lines(N2, Appropower2, type = "l", lty = 3, lwd=2)

plot(N3, Exactpower3, type = "l", lty = 1, xlab =
  expression("Tamaño de muestra"~italic(n)[P]),
  ylab = "Función Potencia")
title(quote("(iii)"~~pi[0]~"= 0.20,"~~pi[1]~"= 0.15"))
segments(1000, 0.8, 3000, 0.8, lty = 2)
lines(N3, Appropower3, type = "l", lty = 3, lwd =2)

plot(N4, Exactpower4, type = "l", lty = 1, xlab =
  expression("Tamaño de muestra"~italic(n)[P]),
  ylab = "Función Potencia")
title(quote("(iv)"~~pi[0]~"= 0.10,"~~pi[1]~"= 0.06"))
segments(2000, 0.8, 6000, 0.8, lty = 2)
lines(N4, Appropower4, type = "l", lty = 3, lwd=2)
return(ind)
}

```

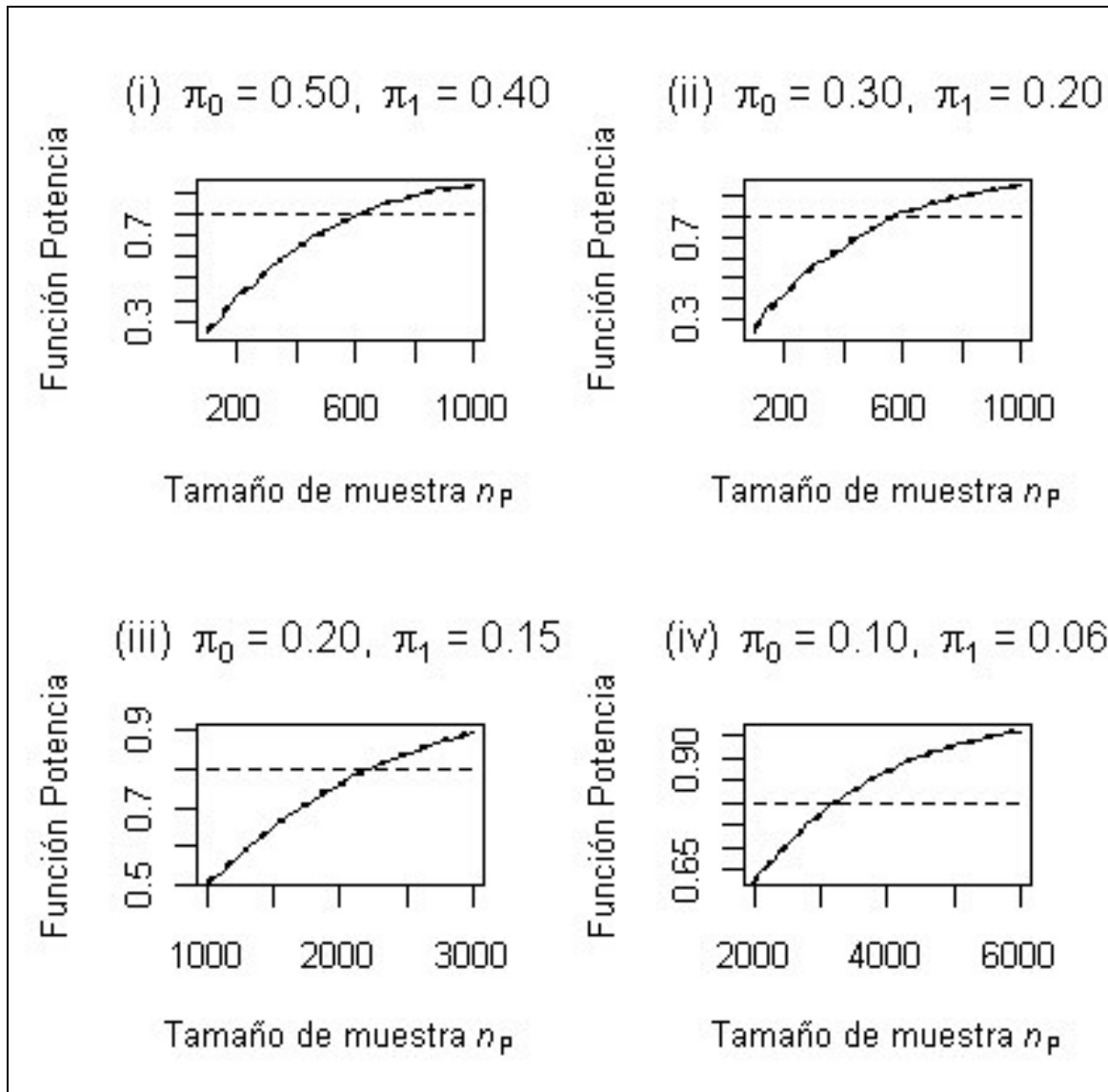
Resultados en R

```
> parallel.sample.size(1000,0.5,0.4)
```

```
[1] 0.9322307 0.9363790
```

```
> parallel.sample.size.plot(1)
```

```
[1] 1
```



El Gráfico indica la comparación entre la potencia exacta y la potencia asintótica para $p=q=0.5$ y $\alpha=0.05$ para:

- i) $(\pi_0, \pi_1) = (0.50, 0.40)$
- ii) $(\pi_0, \pi_1) = (0.30, 0.20)$
- iii) $(\pi_0, \pi_1) = (0.20, 0.15)$
- iv) $(\pi_0, \pi_1) = (0.10, 0.06)$

Foto 1 Explicación de la encuesta de la Variante del Modelo Paralelo en la Oficina 211.



Foto 2 Explicación de la encuesta de la Variante del Modelo Paralelo en la Oficina 211



Cuestionario 1: El Modelo Paralelo y Variante del Modelo Paralelo

UNMSM

Facultad de Ciencias Matemáticas

Estimado alumno, usted ha sido elegido al azar para participar en una investigación sobre algunas características de la conducta de los estudiantes de la FCM. Agradecemos de antemano su valiosa colaboración.

CUESTIONARIO SOBRE ALGUNAS CARACTERÍSTICAS DE LOS ALUMNOS

I. CARACTERÍSTICAS GENERALES

1) Edad : _____ 2) Género: 1. Femenino 2. Masculino
3) E.A.P: _____ 4) CICLO: _____

II. CARACTERÍSTICAS DEL TEMA (El Modelo paralelo)

Por favor conecte los 2 círculos con una línea recta si ud. pertenece a uno de los dos círculos o conecte los 2 cuadrados con una línea recta si ud. pertenece a uno de los dos cuadrados (pregunta 5 hasta 8).

Categoría	No utilizo página Web (W = 0)	Utilizo página Web (W = 1)
No trabajo actualmente (U = 0)	<input type="radio"/>	
Trabajo actualmente (U = 1)	<input type="checkbox"/>	
Nunca he consumido, drogas (marihuana, pasta básica de cocaína, éxtasis, etc.) (Y = 0)		<input type="radio"/>
Durante mi vida he consumido drogas (marihuana, pasta básica de cocaína, éxtasis, etc.) por lo menos una vez (Y = 1)		<input type="checkbox"/>

6)

Categoría	Nunca interrumpí mis estudios universitarios (W = 0)	He interrumpido mis estudios universitarios por lo menos una vez (W = 1)
No elegí mi carrera por vocación (U = 0)	<input type="radio"/>	
Elegí mi carrera por vocación (U = 1)	<input type="checkbox"/>	
<hr/>		
Durante mi vida Jamás he mantenido relaciones sexuales con más de dos personas (simultáneamente o no) (Y = 0)		<input type="radio"/>
Durante mi vida he mantenido relaciones sexuales con más de dos personas (simultáneamente o no) (Y = 1)		<input type="checkbox"/>

7)

Categoría	El servicio de la clínica universitaria no es bueno (W = 0)	El servicio de la clínica universitaria es bueno (W = 1)
No estudié en colegio público (U = 0)	<input type="radio"/>	
Estudié en colegio público (U = 1)	<input type="checkbox"/>	
No consumo alcohol (cerveza, vino, sangría, etc.) con frecuencia (Y = 0)		<input type="radio"/>
Consumo alcohol (cerveza, vino, sangría, etc.) con frecuencia (todos los fines de semana) (Y = 1)		<input type="checkbox"/>

8)

Categoría	No me gusta estudiar solo (W = 0)	Me gusta estudiar solo (W = 1)
El servicio del comedor no es bueno (U = 0)	<input type="radio"/>	
El servicio del comedor es bueno (U = 1)	<input type="checkbox"/>	
Nunca he copiado en los exámenes (Y = 0)		<input type="radio"/>
He copiado en los exámenes por lo menos una vez (Y = 1)		<input type="checkbox"/>





(Variante del modelo paralelo)

Por favor responda con veracidad, marque una cruz en el **círculo** si ud. pertenece a $\{U=0, W=0\}$ o marque una cruz en el **triángulo** si ud. pertenece a $\{Y=0, W=1\}$, o marque una cruz en el **cuadrado superior** si ud. pertenece a $\{U=1, W=0\}$ U $\{Y=1, W=1\}$. (Pregunta 9 hasta 12)





9)

Categoría	No utilizo página Web (W = 0)	Utilizo página Web (W = 1)
No trabajo actualmente (U = 0)	<input type="radio"/>	
Trabajo actualmente (U = 1)	<input type="checkbox"/>	
Nunca he consumido drogas (marihuana, pasta básica de cocaína, éxtasis, etc.) (Y = 0)		<input type="checkbox"/>
Durante mi vida he consumido drogas (marihuana, pasta básica de cocaína, éxtasis, etc.) por lo menos una vez (Y = 1)		<input type="checkbox"/>





10)

Categoría	Nunca interrumpí mis estudios universitarios (W = 0)	He interrumpido mis estudios universitarios por lo menos una vez (W = 1)
No elegí mi carrera por vocación (U = 0)		
Elegí mi carrera por vocación (U = 1)		
Durante mi vida Jamás he mantenido relaciones sexuales con más de dos personas (simultáneamente o no) (Y = 0)		
Durante mi vida he mantenido relaciones sexuales con más de dos personas (simultáneamente o no) (Y = 1)		

11)

Categoría	El servicio de la clínica universitaria no es bueno (W = 0)	El servicio de la clínica universitaria es bueno (W = 1)
No estudié en colegio público (U = 0)		
Estudié en colegio público (U = 1)		
No consumo alcohol (cerveza, vino, sangría, etc.) con frecuencia (Y = 0)		
Consumo alcohol (cerveza, vino, sangría, etc.) con frecuencia (todos los fines de semana) (Y = 1)		

12)

Categoría	No me gusta estudiar solo (W = 0)	Me gusta estudiar solo (W = 1)
El servicio del comedor no es bueno (U = 0)		
El servicio del comedor es bueno (U = 1)		
Nunca he copiado en los exámenes (Y = 0)		
He copiado en los exámenes por lo menos una vez (Y = 1)		

Cuestionario 2: Entrevista Directa**UNMSM****Facultad de Ciencias Matemáticas****CUESTIONARIO SOBRE EL COMPORTAMIENTO DE LOS ALUMNOS DE LA FCM FRENTE A LAS DROGAS, ALCOHOL, SEXO Y COPIA EN LOS EXÁMENES****N° de Cuestionario**

--	--	--

I. CARACTERÍSTICAS GENERALES**1. Edad:** _____**2. Género****1. Femenino****2. Masculino****3. E.A.P:** _____**4. CICLO:****1) I 2) II 3) III 4) IV 5) V 6) VI 7) VII 8) VIII 9) IX 10) X****II. CARACTERÍSTICAS DEL TEMA****5. ¿Durante tu vida has consumido drogas (marihuana, pasta básica de cocaína, éxtasis, etc.) por lo menos una vez?****1. Si****2. No****6. ¿Has mantenido relaciones sexuales con más de dos personas a lo largo de tu vida (simultáneamente o no)?****1. Si****2. No****7. ¿Consumes alcohol (cerveza, vino, sangría, etc.) con frecuencia? (todos los fines de semana)****1. Si****2. No****8. ¿Has copiado en los exámenes por lo menos una vez?****1. Si****2. No****Nombre del entrevistador:** _____**Fecha :** _____